

## Référentiel technico-économique des élevages de bovins à Mayotte



E. Tillard, T. Moussa, L. Balberini, D. Aubriot, D. Berre

Edition du 04/11/13

## Remerciements

Ce travail n'aurait pas pu aboutir sans le soutien d'un certain nombre de personnes que nous souhaitons remercier ici :

Nous remercions la CAPAM : Jacques Domalain, El Anrif Boinali, Adjibou Grimaldine mais aussi A. Abdallah Issoufi pour son investissement dans le suivi de terrain.

Nous remercions la CoopADEM : Denis Nole, André Gimenez, Marion Pannequin, Touffaïli Moussa et l'ensemble des partenaires techniques de la CoopADEM, qui ont toujours soutenu nos activités, qui nous ont accueilli dans leurs locaux en 2013 et montré un vif intérêt pour les résultats produits.

Nos remerciements vont aussi au Lycée agricole de Coconi qui nous accueille dans ses locaux et a toujours soutenu nos activités de recherche ; merci à H. Samr, J.P Eugénie, Bernard Aubard, et l'ensemble du corps enseignant. Nous remercions également Elodie Savignan, coordonnatrice du RITA, pour son aide au quotidien.

Nous remercions Lionel Doméon, Christian Schuller et Bertrand Bouyer qui se sont toujours montrés intéressés par nos activités.

Nous remercions les agents de la DARTM, Moustoifa Abdou, les agents de la DAAF, Dominique Didelot, Louis Belvèze, Celine Gay et les agents de la DSV, Philippe Merot, pour leur appui et leurs critiques constructives.

Nous souhaitons également remercier toutes les personnes qui ont travaillé plus ou moins directement avec nous : Serge Nabeneza, Alizé Mansuy, Manon Obriot, Delphine Aubriot et David Berre.

Nous remercions également tous nos collègues du CIRAD qui nous ont épaulé et soutenu en toutes occasions: Fatima Saidou et Pierre Rebuffel.

Nos remerciements s'adressent également à Xavier Juanès grâce à qui nous avons pu découvrir la puissance et la fonctionnalité du système d'information LASER et le goût incomparable du Fanta orange mahorais. Ils s'adressent également à Philippe Lecompte, directeur de l'UMR SELMET pour son soutien, son appui scientifique et son infatigable intérêt pour tous les animaux qui mangent de l'herbe. Nous remercions également le directeur régional Réunion-Mayotte du CIRAD, Gilles Mandret et Philippe Cao van, pour leur soutien sans faille. Nous remercions également Matthieu Lesnoff et Paulo Salgado pour leur appui méthodologique ; Matthieu, sans toi, une grande partie des analyses présentées dans ce rapport et dans d'autres n'auraient pas été possibles.

Et enfin, un grand merci à tous les éleveurs qui ont accepté de participer au suivi LASER durant ces années. Nous remercions également l'ensemble des bouviers, d'ici ou d'ailleurs, souvent anonymes, et avec qui nous aurons partagé des grands moments...de joie et de labeur.

# Sommaire

Introduction .....	1
1 Caractérisation de la diversité des élevages bovins .....	3
1.1 Contraintes et potentialités du milieu insulaire mahorais pour l'élevage bovin .....	3
1.1.1 Contraintes pédoclimatiques .....	3
1.1.2 Les systèmes d'élevage .....	7
1.1.2.1 Les animaux .....	7
1.1.2.2 Les éleveurs mahorais .....	8
1.1.2.3 L'élevage bovin à Mayotte (Ninot) .....	8
1.1.3 Partenariats .....	9
1.2 Typologie des systèmes d'élevage (Gaborit, 2009) .....	9
1.3 Caractérisation des situations économiques en élevage bovin .....	14
1.4 Typologie synthétique des 3 types d'élevage mahorais conséquences sur le développement des filières de production animale .....	15
2 Analyse des performances des troupeaux bovins .....	18
2.1 Laser : Un outil de suivi longitudinal des performances animales .....	18
2.1.1 Historique et description du logiciel et de la méthodologie .....	18
2.1.2 Mise en place du suivi et adaptation à Mayotte .....	18
2.2 Méthode d'analyse des données .....	20
2.2.1 Paramètres démographiques .....	20
2.2.1.1 Décomposition du temps en unité de décomposition .....	21
2.2.1.2 Mise en œuvre sur la base LASER de Mayotte .....	25
2.2.1.3 Calcul des paramètres démographiques .....	27
2.2.1.4 Modèles mis en œuvre pour comparer les taux .....	29
2.2.2 Paramètres de croissance .....	30
2.2.3 Paramètres de production laitière .....	31
2.3 Analyse des paramètres démographiques .....	31
2.3.1 Structure des troupeaux .....	31
2.3.2 Paramètre de reproduction .....	35
2.3.3 Mortalité et santé animale .....	39
2.3.3.1 Effet du type génétique, sexe et classe d'âge .....	39
2.3.3.2 Effet de la saison .....	43
2.3.3.3 Effet élevage et classe de typologie .....	44
2.4 Paramètres de croissance .....	46
2.4.1 Effet de l'âge, du sexe et du type génétique .....	46
2.4.2 Effet de la saison .....	48
2.5 Production laitière .....	50
2.5.1 Données enregistrées en élevage (hors LPA) .....	50
2.5.2 Données du LPA .....	51
2.5.2.1 Effet du type génétique .....	51
2.5.2.2 Effet de la saison .....	52
2.6 Exploitation des animaux .....	53
2.6.1 Effet du type génétique, du sexe et du type d'élevage .....	53
2.6.2 Effet de la saison .....	56
2.6.3 Prix des animaux vendus .....	57
3 Suivi dynamique des rations .....	58
3.1 Les principales ressources fourragères présentes à Mayotte .....	58
3.1.1 Les graminées .....	58
3.1.2 Les ligneux fourragers .....	59

3.1.3	Le bananier .....	60
3.2	Protocole du suivi dynamique des quantités ingérées .....	61
3.2.1	Analyses chimiques de référence .....	61
3.2.2	Analyses en spectrométrie proche infrarouge .....	61
3.3	Etude des calendriers fourragers .....	63
3.4	Caractérisation des fourrages mahorais.....	67
3.4.1	Taux de matière sèche des fourrages.....	67
3.4.2	Valeurs alimentaires des fourrages mahorais.....	67
3.4.2.1	Les ligneux fourragers .....	69
3.4.2.2	Les graminées .....	71
3.4.2.3	Le bananier.....	71
3.4.2.4	Une grande diversité des ressources .....	72
3.5	Rationnement des animaux .....	73
3.5.1	Ration_VL.....	73
3.5.2	Appui aux producteurs pour l'amélioration des rations .....	76
4	Eléments de réflexions .....	77
4.1	Optimiser le potentiel zootechnique.....	77
4.2	Optimiser le potentiel des fourrages locaux.....	79
4.3	Exemple de système de production viable dans le contexte mahorais.....	79
4.4	Le développement des filières bovines à Mayotte .....	82
4.4.1	La valorisation des productions animale (Corniaux et al., 2009).....	82
4.4.2	Des scenarii de développement de la filière.....	83

# Liste des illustrations et des figures

<i>Figure 1 : Pluviométrie et température sur la durée du suivi (07/2009 à 06/2013) ; source : METEO-FRANCE)</i> .....	4
<i>Figure 2 : évolution du Temperature-Humidity Index - THI décadaire moyen (National Research Council, 71) sur la période de suivi ; le THI est calculé à partir des paramètres climatiques de la station météorologique de Pamandzi, seule à mesurer l'humidité relative en continue (source Météo-France); les couleurs matérialisent un impact graduel du climat sur les performances des bovins laitiers de race exotique: (i) vert, impact négligeable, (ii) orange clair, impact limité sur la production laitière (diminution <math>\leq 25\%</math>) et la reproduction, (iii) orange foncé, impact sur la production laitière (diminution comprise entre 25% et 30%), la reproduction, la santé et la mortalité des animaux, et (iv) rouge, impact sévère sur la production laitière, la reproduction et la mortalité.</i> .....	5
<i>Figure 3: calcul du THI moyen pour différentes températures moyennes et différents humidités relatives moyennes ;</i> .....	6
<i>Figure 4 : Principales collaborations entre les structures d'encadrement et de recherche</i> .....	9
<i>Figure 5 : Typologie globale des exploitations bovines mahoraises</i> .....	16
<i>Figure 6 : Structuration de l'échantillon des éleveurs suivis par le PAZEM</i> .....	19
<i>Figure 7 : Exemple d'unité de décomposition avec la trajectoire de deux animaux</i> .....	21
<i>Figure 8 : Schéma analytique de la base LASER jusqu'à la production de résultats définitifs</i> .....	22
<i>Figure 9 : Exemples de décomposition ; unité horizontales (gauche), unités verticales (droite). D'après (Lesnoff et al, 2011)</i> .....	22
<i>Figure 10 : Exemple de décomposition d'une période d'étude en N=2 cycles annuels puis en K=12 phases interannuelles (ce qui correspond à des mois) par laserdemog (Lesnoff et al., 2011)</i> .....	23
<i>Figure 11 : Exemples de décompositions (a) horizontales et (b) verticales engendrées par Laserdemog avec les paramètres suivants : date de démarrage du 1er cycle annuel = 01/07/2009, N=3 cycles annuels (07/2009 – 06/2010, 07/2010 – 06/2011, et 07/2011 – 06/2012), K=1 phase (décomposition annuelle) et L = 10 unités de décomposition ; les triangle en grisé correspondent à des zones où les comptages des évènements ne sont pas pris en compte ; d'après (Lesnoff et al., 2011).</i> .....	24
<i>Figure 12 : Décomposition horizontale et verticale annuelle des cycles 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012, et 2012-2013 avec Laserdemog ;</i> .....	26
<i>Figure 13 : Exemples de décompositions horizontales mensuelle engendrées par Laserdemog avec une date de démarrage du 1er cycle annuel = 01/07/2009, N=4 cycles annuels (07/2009 – 06/2010, 07/2010 – 06/2011, 07/2011 – 06/2012 et 07/2012 – 06/2013), K=12 phases ; pour faciliter la représentation graphique, les âges ont été tronqués au-delà de 24 mois ; d'après (Lesnoff et al., 2011).</i> .....	27
<i>Figure 14 : Estimation des Poids à Age Type (ici PAT 30) à partir des pesées antérieures et/ou postérieures (d'après Lancelot et al, 2003)</i> .....	30
<i>Figure 15 : Effectifs des troupeaux de femelles de plus de 3 ans ; les effectifs des troupeaux de zébus recensés en 2009 et ayant arrêté le suivi en 2011 ont été évalués au 01/01/2011 ; les effectifs des troupeaux de type croisé recensés en 2009 et les troupeaux de type zébu recensés en 2012 ont été évalués au 01/01/2013 ;</i> .....	32
<i>Figure 16 : évolution de l'effectif moyen des cheptels dans chaque type d'élevage.</i> .....	33
<i>Figure 17 : Pyramide des âges des troupeaux entretenant majoritairement des animaux de type zébu ou de type croisé, en suivi LASER ; seuls les animaux présents au début de chaque mois sur la période de suivi sont pris en compte.</i> .....	34

Figure 18 : distribution de l'âge à la première mise bas, chez 39 femelles dont la première mise bas a été observée avec certitude (entrées en suivi avant l'âge de 2 ans ou nées après la date du démarrage du suivi).....	35
Figure 19 : Evolution du taux de mise bas en fonction de l'âge des femelles, pour les animaux de type croisé ou Montbéliard et les animaux de type zébu ; le trait en rouge représente le lissage des taux de mise bas trimestriels obtenu à l'aide d'une fonction « splines »; les traits en pointillé gris indiquent l'intervalle de confiance du modèle de lissage à 95% ; le trait en pointillé noir matérialise un taux de mise bas trimestriel seuil de 5%.....	36
Figure 20 : Taux de mise bas annuels moyen en fonction du type génétique dominant des femelles reproductrices; l'âge de l'entrée en reproduction est fixé à 3 ans ; les traits gris indiquent les intervalles de confiance – à 95% - des taux moyens ;.....	37
Figure 21 : Taux de mise bas en fonction des classes de la typologie globale.....	37
Figure 22 : Taux de mise bas par élevage ; seuls les éleveurs en suivi depuis juillet 2009 ont été pris en compte (15) ; la ligne en pointillé rouge matérialise la moyenne (65.6%)......	38
Figure 23 : répartition mensuelle des mises bas durant la période du suivi LASER (juillet 2009 à octobre 2013) ; .....	39
Figure 24 : décomposition horizontale trimestrielle engendrées par Laserdemog avec une date de démarrage du 1er cycle annuel = 01/07/2009 (3 <sup>ème</sup> trimestre 2009), N=4 cycles annuels (07/2009 – 06/2010, 07/2010 – 06/2011, 07/2011 – 06/2012 et 07/2012 – 06/2013), K=4 phases et limitée à la première classe d'âge annuelle (d'après (Lesnoff et al., 2011) ; .....	40
Figure 25 : Taux de mortalité observée par sexe, type génétique et classe d'âge ; .....	40
Figure 26 : Relation entre la prévalence vis des hémoparasitoses (anaplasmose, babesiose) et la mortalité dans la classe d'âge 0-1 an .....	42
Figure 27: probabilité trimestrielle de la mortalité dans la classe d'âge 0-1 an ; variation par sexe et type génétique ; .....	42
Figure 28: probabilité trimestrielle de la mortalité par saison, type génétique et sexe;.....	43
Figure 29 : Mortalité observée par classe d'âge chez les 3 types d'éleveurs de la typologie globale.....	44
Figure 30 : Mortalité annuelle observée par élevage, toutes classes d'âge confondues et dans la classe d'âge 0-1 an.....	45
Figure 31: Poids à âge-type, en fonction du sexe et du type génétique dominant ; le point indique la médiane ; les limites inférieure et supérieure des boîtes indiquent les 1 <sup>er</sup> (Q1) et 3 <sup>ème</sup> (Q3) quartiles ; les « moustaches » en pointillés indiquent les valeurs égales à $Q1 - 1.5 \times (Q3 - Q1)$ et $Q3 + 1.5 \times (Q3 - Q1)$ . .....	47
Figure 32: Poids à âge-type en fonction de la saison de naissance. ....	48
Figure 33: Croissance pondérale des animaux entre la naissance et l'âge d'un an ; en fonction du sexe, du type génétique, de l'élevage et de la saison de naissance.....	49
Figure 34 : niveaux de production laitière par lactation de référence (305j) en fonction du type génétique, observés sur les animaux du LPA ; .....	50
Figure 35 : évolution de la production laitière en fonction des 6 types génétiques présents au LPA entre 2005 et 2012.....	51
Figure 36 : Production totale de lait par lactation et par animal .....	52
Figure 37: Variation mensuelle de la production totale collectée ; données de la ferme d'application du LPA ; .....	53
Figure 38 : Taux d'exploitation des bovins en fonction de leur sexe et du type génétique.....	54
Figure 39 : Taux d'exploitation des animaux par classe d'âge et par type d'éleveurs (typologie globale) .....	55
Figure 40: Taux de vente par saison trimestrielle et par type d'éleveurs (typologie globale) ; seules les ventes ont été considérées (les dons, trocs, confiages et abattages par l'éleveur ont été exclus) ; .....	56

<i>Figure 41: relation entre le poids et le prix à la vente (en €) ; les traits en rouge représentent l'intervalle de confiance des prédictions du modèle (en trait noir) ; ;</i>	57
<i>Figure 42: Protocole du suivi dynamique des rations à Mayotte</i>	62
<i>Figure 43 : précision des estimations de matières azotées totales par la spectrométrie dans le proche infrarouge ; 126 observations retenues.</i>	63
<i>Figure 44 : Première approches des calendriers fourragers à Mayotte : identification des périodes de faible disponibilité fourragère (entre les eux traits rouges)</i>	64
<i>Figure 45 : Profil de distribution de fourrages et concentrés en proportion de matières sèche au cours de la période de suivi chez les 9 éleveurs bovins mixtes en suivi sur les 2 exercices.</i>	64
<i>Figure 46 : Profil de distribution de fourrages et concentrés en matières azotées totales au cours de la période de suivi dans les élevages suivis en 2010 ;</i>	66
<i>Figure 47 : Taux de matière sèche des fourrages mahorais</i>	67
<i>Figure 48: Teneur en parois végétales et en protéines brutes des aliments</i>	68
<i>Figure 49 : Exemple de fiches fourragères publiées sur le site "tables régions chaudes"</i>	72
<i>Figure 50 : Ration_VL paramétré avec l'ensemble des valeurs alimentaires de labase de données mahoraise</i>	73
<i>Figure 51 : Type de résultats sous Ration_VL</i>	74
<i>Figure 52 : Relation entre production prédite par Ration_VL et production observée</i>	74
<i>Figure 53 : structure de l'exploitation laitière modélisée</i>	80
<i>Figure 54: caractéristiques du système d'alimentation</i>	81
<i>Figure 55: caractéristiques économiques</i>	81
<i>Figure 56 : Evolution mensuelle des importations de viandes congelée (en tonne) et de produits laitiers (en équivalent lait) ;(source : douanes Mayotte) ; la courbe bleue donne l'évolution moyenne.</i>	82
<i>Figure 57 : Schéma de la filière lait à Mayotte (d'après Corniaux et al., 2009)</i>	83
<i>Figure 58 : Schéma de la filière viande à Mayotte (d'après Corniaux et al., 2009)</i>	84

## Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Thèmes abordés et nature des variables utilisées par Marion Gaborit .....</i>	<i>12</i>
<i>Tableau 2 : Marge (élevage, agricole, totale, selon le type de M.O) calculées pour chaque type d'élevage identifiés .....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 3 : mode de décomposition temporelle (âge, temps) de la carrière des animaux en fonction du paramètre démographique estimé. ....</i>	<i>25</i>
<i>Tableau 4: Liste des paramètres démographiques estimés avec la méthode Laserdemog (d'après Lesnoff et al., 2011) .....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 5 : Effectifs des troupeaux étudiés dans le suivi technico-économique .....</i>	<i>32</i>
<i>Tableau 6 : Effectif du troupeau en fonction de la typologie globale des éleveurs .....</i>	<i>33</i>
<i>Tableau 7: Tableau d'analyse de la mortalité ; modèle log-linéaire ; les valeurs prédites sont calculées en fixant l'ensemble des autres variables à 0 (soit le niveau de référence); .....</i>	<i>41</i>
<i>Tableau 8 : Répartition des cas de mortalité par classe d'âge et par cause, sur la période comprise entre le 01/07/2009 et le 28/02/2013 ;.....</i>	<i>41</i>
<i>Tableau 9: Poids moyen (kg) des bovins par catégorie et par type génétique ; les effectifs sont précisés entre parenthèses .....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 10 : répartition des exploitations par type de valorisation, par groupe de la typologie globale et par classes d'âge ; .....</i>	<i>55</i>
<i>Tableau 11 : répartition des ventes par type d'acheteur, par groupe de la typologie globale et par classes d'âge ;.....</i>	<i>56</i>
<i>Tableau 12 : Prix moyen et poids moyen à la vente (source : base LASER) .....</i>	<i>57</i>
<i>Tableau 13 : Comparaison des valeurs alimentaires observée à Mayotte à celles approximées par Lecomte et Grimaud (bibliographie) .....</i>	<i>69</i>
<i>Tableau 14 : Valeur alimentaires des fourrages mahorais.....</i>	<i>70</i>
<i>Tableau 15 : Proposition de rations pour les animaux de type Montbéliard .....</i>	<i>76</i>
<i>Tableau 16 : Proposition de rations pour les animaux de type croisé .....</i>	<i>76</i>



## Introduction

L'élevage bovin à Mayotte a fait l'objet de nombreuses études et de mission d'appui ou d'expertise depuis 2000. L'étude majeure sur laquelle l'équipe scientifique du PAZEM a pu construire sa réflexion est la typologie des élevages bovins réalisée par Gaël Ninot en 2001 (Ninot, 2001). Elle faisait alors l'état des lieux des pratiques d'élevages observées et permettait de distinguer pour la première fois les différents types d'éleveur présents sur le territoire mahorais. De nombreuses études ponctuelles ont également été menées par Cirad sur l'élevage au cours des 15 dernières années, sur des thématiques très diversifiées comme les ressources fourragères (Klein 2001), l'alimentation des bovins laitiers (Grimaud et Lecomte, 2002 ; Lecomte, 2003), l'amélioration génétique des bovins (Poivey 2007), la situation épidémiologique et les risques sanitaires à Mayotte (Tillard 2006), le statut du cheptel vis-à-vis des hémoparasitoses (Camus, 1998 ; Camus et al., 1998 ; Camus, 1999 ; Camus, 2001 ; Camus, 2002 ; Camus, 2003) et l'analyse de la filière bovine (Faye 2001). Il faut également citer la mission de Lacroix et Maruejols (2006) de la société AGENA qui avait réalisé un audit de structuration de l'élevage à Mayotte mais aussi l'étude d'un groupe d'étudiant de l'ESITPA sur la commercialisation des produits bovins et caprins.

Ces études ont toutes mis en avant les enjeux forts qui existent autour des productions animales, notamment :

- le manque de connaissances sur l'élevage mahorais, pour l'ensemble des composantes du système d'élevage (alimentation, zootechnie, gestion économique) et la nécessité de caractériser les potentialités et les contraintes techniques et économiques des systèmes ;
- le manque de professionnalisation des éleveurs (peu de formation, organisations de producteur récentes) qui a mis en exergue la nécessité de renforcer la professionnalisation des éleveurs par le transfert des résultats de la recherche ;
- l'absence de filière de commercialisation organisée, associée au constat d'une offre très inférieure à la demande en produits bovins (lait et viande), qui questionnent les organismes institutionnels et les amènent à se focaliser sur les conditions d'émergences des filières animales à Mayotte.

C'est dans ce contexte que le Cirad a été amené à proposer une action de recherche-développement, le programme d'appui zootechnique aux éleveurs mahorais (PAZEM), dans le cadre de la convention tripartite entre la Collectivité départementale, l'Etat et le Cirad (2008-2014). L'objectif affiché était d'inscrire la réflexion sur les productions bovines à Mayotte dans le long terme et de construire un socle de connaissances solide pour appuyer le développement de l'élevage. Afin de répondre à ces enjeux, en collaboration avec les partenaires techniques et institutionnels, les objectifs du PAZEM ont été déclinés en 4 thématiques :

- Diagnostic des contraintes technico-économiques des systèmes d'élevage
- Alimentation et valorisation des ressources locales (fourrages, sous-produits agro-industriels)
- Développement de compétences locales / professionnalisation des exploitations
- Développement des filières de production animale.

Le suivi technico-économique apparaît dans la déclinaison des objectifs comme la clé de voûte du programme de recherche. En effet, il permet de collecter des données technico-économiques nécessaires à la construction de la filière (potentiel des élevages, rentabilité des systèmes de production) et à l'optimisation de l'appui au producteur (restitution d'indicateurs zootechniques et démographiques, formation des techniciens au logiciel de suivi...),

Ce référentiel technico-économique de l'élevage bovin a pour objet de produire une première analyse de la base de données constituée depuis le début du suivi (juillet 2009) et d'intégrer cette analyse aux différentes réflexions qui ont été menées depuis le démarrage du PAZEM en 2009 (missions d'expertise, stagiaires, formations).

# 1 Caractérisation de la diversité des élevages bovins

## 1.1 Contraintes et potentialités du milieu insulaire mahorais pour l'élevage bovin

### 1.1.1 Contraintes pédoclimatiques

Dans cette partie, nous ne reviendrons pas sur la présentation globale de Mayotte et sur sa situation géographique afin de nous focaliser sur les éléments particulier du contexte naturel de l'île qui sont essentiels à la compréhension des éléments d'analyse et de discussion de ce référentiel technique de l'élevage bovin.

#### Climat

Située entre l'équateur et le tropique du Capricorne, Mayotte présente un climat de type tropical humide insulaire où la température moyenne annuelle est de 25,6°C et la pluviométrie de 1400mm. Les risques cycloniques demeurent limités du fait de la barrière naturelle que constitue Madagascar. Au-delà de ces données globales, il convient de distinguer un effet saisonnier très marqué qui est une contrainte majeure à la conduite des systèmes d'alimentation animale :

- L'été austral (Kashkazi) correspond à la saison des pluies et s'étend de décembre à mars. Le taux d'humidité est très important et 80 % des pluviométries sont recensées durant cette période. Les fortes pluviométrie observées durant cette saison accroissent l'érosion du sol et rendent l'accès aux exploitations plus difficiles. L'été austral est néanmoins une période favorable à la pousse de l'herbe et les éleveurs bovins trouvent durant cette saison des fourrages variées (graminées ou ligneux) et en quantité importante sur leur exploitation.
- La saison sèche ou hiver austral (Kousi) s'étend du mois de juin à septembre, avec une température moyenne sensiblement plus faible qu'en été austral. La pluviométrie y est plus faible durant cette période et quasi-nulle au cœur de la saison sèche (juillet-août). Cette sécheresse va de pair avec une chute importante des quantités fourragères disponibles et contraint les éleveurs à intégrer majoritairement des ligneux dans les rations. Si l'accès aux exploitations est plus facile durant cette saison, il n'est pas toujours évident de rencontrer les éleveurs sur l'exploitation (enquêtes, suivis), car ils sont souvent amenés à s'en éloigner pour collecter des fourrages.

Afin d'illustrer cette forte saisonnalité, la

Figure 1 met en évidence la pluviométrie observée durant la durée du suivi, de juillet 2009 à juin 2013. La période de juillet à octobre est la période la plus sèche. Les pluies commencent en novembre et la pluviométrie est élevée de décembre à mai. Durant cette période, les températures sont élevées, avec notamment une température maximale régulièrement  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ . On peut ainsi définir 2 saisons « agronomiques », une saison sèche de juin à novembre et une saison des pluies (chaude et humide), de décembre à mai. La pluviométrie annuelle moyenne sur la période s'élève à 1796 mm, et la température moyenne à 25.2°C.

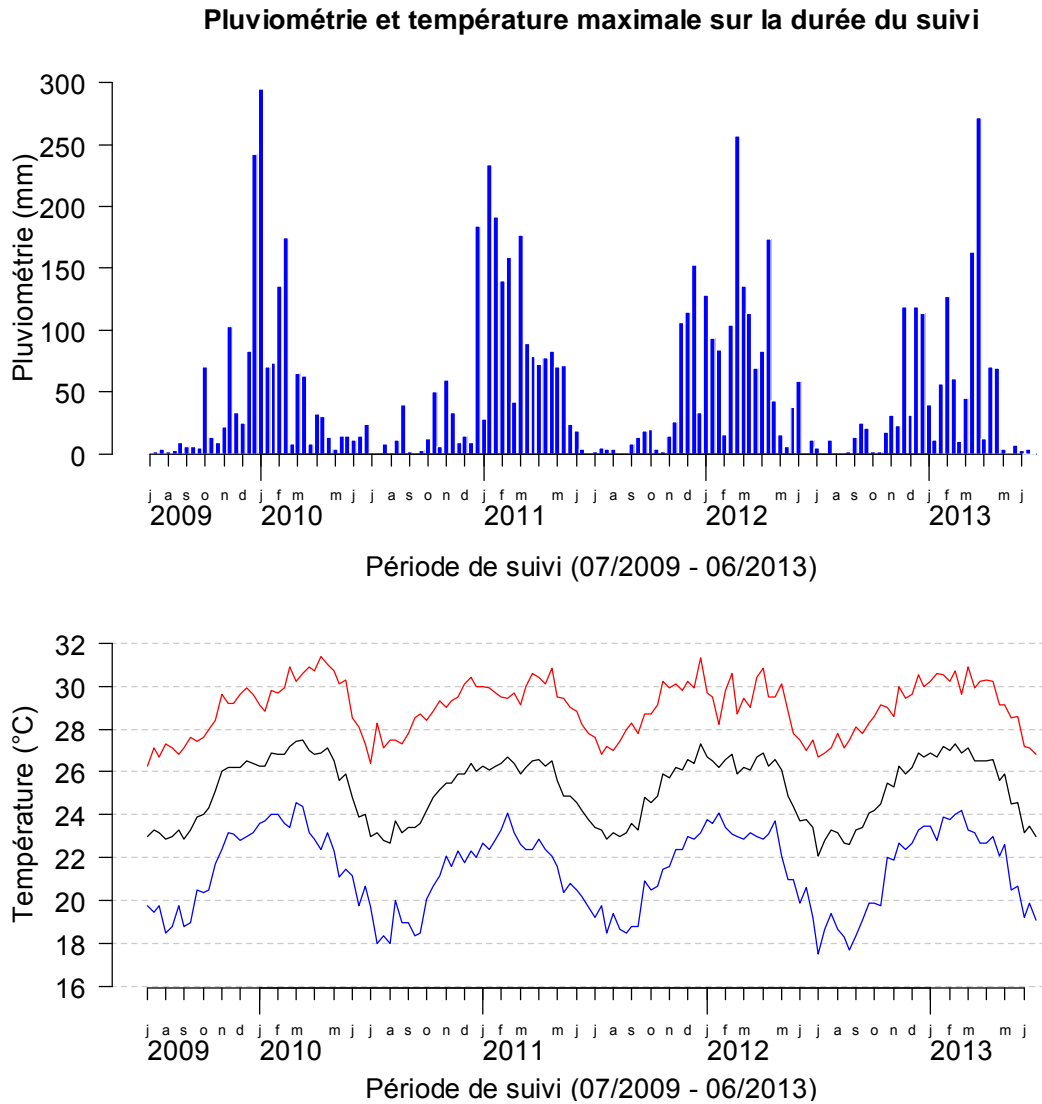


Figure 1: Pluviométrie et température sur la durée du suivi (07/2009 à 06/2013) ;  
source : METEO-FRANCE)

Un index synthétique température-humidité (THI) a été proposé pour apprécier le confort thermique des bovins élevés en régions chaudes (National Research Council, 1971). Le calcul du THI retenu prend en compte les valeurs de température ambiante et d'humidité relative selon l'équation suivante:

$$THI = (1.8 \times T_a + 32) - \left( 0.55 - \left( 0.55 \times \frac{H_r}{100} \right) \right) \times ((1.8 \times T_a + 32) - 58)$$

Où  $T_a$  est la température de l'air sous abri (°C)  
 $H_r$  est l'humidité relative (%)

Cet index a été élaboré pour indiquer le niveau de stress thermique des bovins laitiers de races améliorées, entretenus en plein air (West, 2003). Le seuil critique au-delà duquel le THI impact les performances des vaches laitières (reproduction, production laitière) est 72 (Johnson, 1984 ; Bohmanova et al., 2007). Des valeurs de THI supérieures ou égales à 80 traduisent un stress thermique souvent qualifié de sévère (Figure 2 et Figure 3).

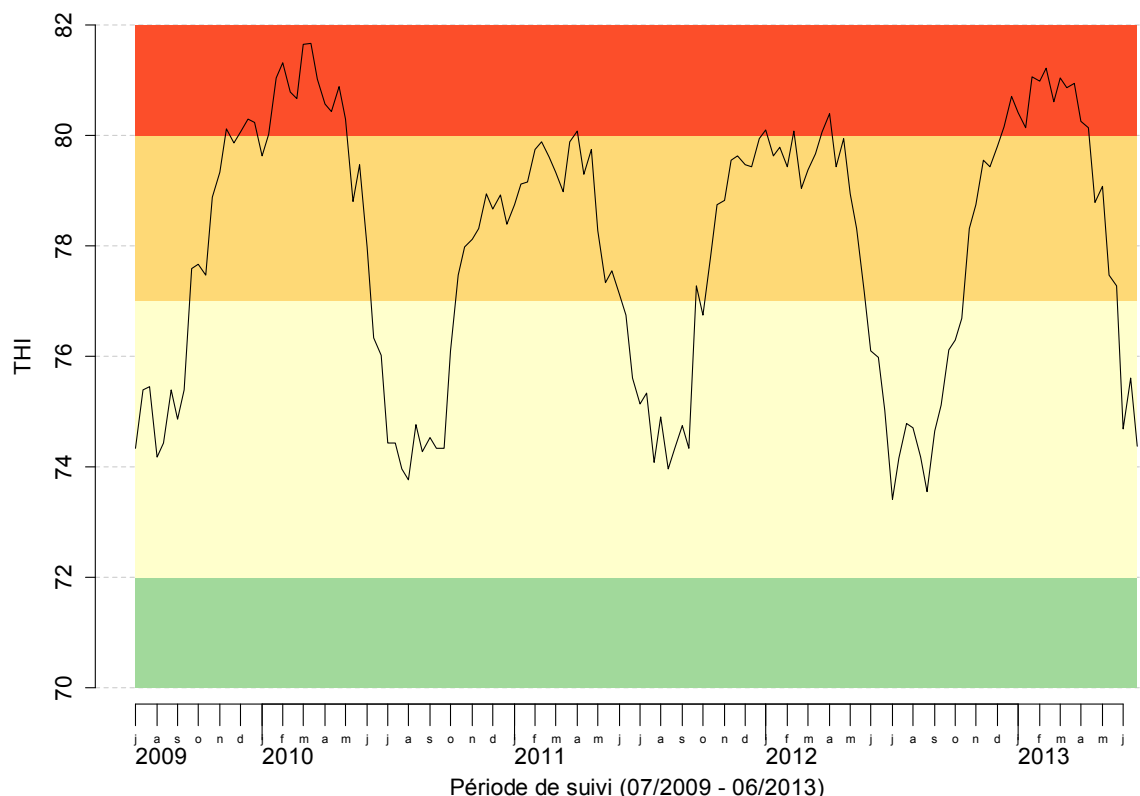


Figure 2 : évolution du Temperature-Humidity Index - THI décadaire moyen (National Research Council, 71) sur la période de suivi ; le THI est calculé à partir des paramètres climatiques de la station météorologique de Pamandzi, seule à mesurer l'humidité relative en continue (source Météo-France); les couleurs matérialisent un impact graduel du climat sur les performances des bovins laitiers de race exotique: (i) vert, impact négligeable, (ii) orange clair, impact limité sur la production laitière (diminution  $\leq 25\%$ ) et la reproduction, (iii) orange foncé, impact sur la production laitière (diminution comprise entre 25% et 30%), la reproduction, la santé et la mortalité des animaux, et (iv) rouge, impact sévère sur la production laitière, la reproduction et la mortalité.

En condition d'élevage intensif, on observe une diminution de la production laitière dépassant 30% lorsque le  $\text{THI} \geq 80$  (Bouraoui et al., 2002). Par ailleurs, au-delà du seuil de 72, on observe une relation entre le THI et la mortalité des animaux, avec un risque nettement accru au-delà de 77 (Vitali et al., 2009). A Mayotte, par analogie avec ces travaux, et sous l'hypothèse d'absence de contrainte alimentaire ou sanitaire, les animaux de race exotique sont en situation de stress thermique permanente, y compris durant les mois les plus frais ( $\text{THI} \geq 72$ ). Sur la période d'octobre à juin (9 mois sur 12), les conditions climatiques ( $\text{THI} \geq 77$ ) apparaissent nettement défavorables à l'élevage des races améliorées (baisse de la production laitière, surmortalité). De plus, il semble que certaines années soient particulièrement pénalisantes, avec des périodes de stress thermique sévère (zone rouge,  $\text{THI} > 80$ ) de 5-6 mois. L'extériorisation du potentiel génétique des animaux de race exotique semble donc très difficile à atteindre dans les conditions climatiques de Mayotte.

Peu d'étude ont comparé les impacts d'une augmentation du THI sur les performances des races *bos taurus* (bovin taurin) et *bos indicus* (bovin zébu). Les valeurs critiques des THI ont été évaluées chez des bovins issus de différents croisements entre la race Holstein et la race zébu, au Brésil (Azevedo et al., 2005), sur la base de la fréquence respiratoire.

		Humidité relative moyenne (%)																						
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100						
Température moyenne (°C)	18	62	62	62	62	62	62	63	63	63	63	63	64	64	64	64	64	64						
	19	63	63	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	66						
	20	64	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68						
	21	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	69	70						
	22	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72						
	23	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72				72	73	73	73			
	24	68	68	69	69	70	70	70	70	71	71	72			72	73	73	74	74	75	75			
	25	69	69	70	70	71	71	72			72	73	73	74	74	75	75	76	76			77		
	26	70	70	71	71	72			73	73	74	74	75	75	76			77	77	78	78	79		
	27	71	71	72			73	73	74	74	75			76	76	77	77	78	79	79	80	81		
	28	72	72	73	74	74	75			76	76			77	78	78	79			80	80	81	82	82
	29	73	73	74	75	76	76			77	78			78	79	80	81	81	82	83	83	84	84	
	30	74	74	75	76			77	78	78	79			80	81	81	82	83	84	84	85	86	86	
	31	75	76	76			77	78	79	80	80			81	82	83	84	85	85	86	87	88	88	
	32	76	77	77	78	79			80	81	82	83	84	84	85	86	86	87	88	89	90	90	91	
	33	77	78	79	79			80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	90	91	92	93	
	34	78	79			80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	
	35	79			80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	
	36	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100		
37	81	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	93	94	95	96	97	99							
38	82	83	84	85	86	88	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100							

*Figure 3: calcul du THI moyen pour différentes températures moyennes et différentes humidités relatives moyennes ;*

Ces valeurs critiques s'élevaient à 79, 77 and 76 pour des animaux 1/2, 3/4 and 7/8 Holstein, respectivement. La race zébu semble donc plus tolérante aux conditions climatiques extrêmes (valeurs critiques de THI supérieures de 3 points ?).

Ces seuils ne sont donnés ici qu'à titre indicatif et sont à prendre avec précaution. Il serait nécessaire de les adapter au contexte local et aux zones dans lesquelles les élevages se situent. La vitesse du vent, le rayonnement solaire, et la durée d'exposition des animaux à ces différents facteurs dans la journée sont autant d'éléments susceptibles de faire varier le niveau de stress ressenti par les animaux et l'impact sur les performances zootechniques.

### Relief et sol

Le relief de l'île de Mayotte est accidenté et offre peu de place aux activités humaines comme l'agriculture (mécanisation des cultures et pâturage des animaux difficiles). Une érosion importante de sols fait actuellement l'objet de nombreuses études, notamment dans l'objectif de réduire les pratiques à risque (surpâturage en saison sèche, la culture sur brulis, piétinements des animaux aux piquets sur des pentes). On distingue deux types de sol à Mayotte :

- Les sols ferralitiques (volcanisme ancien) sont pauvres en matières organiques et peu fertiles. Peu profond, ils peuvent se transformer en padzas (ou bad-lands) et contribuer à l'engorgement du lagon ;
- Les sols andiques (volcanisme récent) sont plus profonds (une dizaine de mètre) mais surtout beaucoup plus fertiles. Ils sont situés dans les fonds de vallée et dans les plaines. Ils peuvent néanmoins être carencés en éléments minéraux (Mandret, 1996).

## 1.1.2 Les systèmes d'élevage

### 1.1.2.1 Les animaux

L'île compte 4026 élevages bovins avec en moyenne un peu plus de quatre zébus par exploitation. Le cheptel comptait en 2003 environ 17 000 bovins, 23 000 caprins et 1 500 ovins, disséminés entre 6 900 propriétaires environ. Néanmoins, compte tenu de l'incertitude sur ces estimations, il semble difficile de savoir si l'effectif du cheptel bovin est ou non en augmentation. Le cheptel bovin est composé majoritairement de zébus peu productifs mais résistants aux maladies locales transmises par les tiques et d'animaux issus de croisements avec des bovins de races exotiques (Montbéliarde, Brune des Alpes), et dont l'effectif était estimé en 2007 à 1500 têtes (Poivey, 2007).

Les premières importations de bovins exotiques vivants de type laitier remontent à une vingtaine d'années et sont le fait d'un seul éleveur. Sa préférence s'est rapidement portée sur la race Montbéliarde au dépend des races Brune ou Jersiaise. Avec le développement de l'insémination artificielle, d'autres types génétiques ont également été essayés (Limousin par exemple) dont il ne reste plus grande trace aujourd'hui. A l'heure actuelle, la race Montbéliarde semble faire l'unanimité auprès de la majorité des éleveurs pratiquant l'insémination artificielle. Ce choix d'une race laitière avec quelques aptitudes bouchères paraît judicieux et l'absence de pathologie majeure à Mayotte a vraisemblablement contribué à son succès. Après 15 années d'utilisation de gènes Montbéliard, on notait un changement significatif dans la structure raciale du cheptel mahorais avec une proportion de 15 à 25% de la population issue de ces croisements (Poivey, 2007). A l'heure actuelle le croisement Montbéliard fait incontestablement partie de la réalité de l'élevage mahorais ; il est attaché à une image de modernisation de cette activité sans que les filières de production n'évoluent vraiment. Les éleveurs qui se sont inscrits dans cette démarche sont satisfaits et fortement demandeurs. C'est dans cette dynamique que s'est inscrit en 2007 un nouveau projet d'importation d'animaux vivants, une soixantaine de génisses gestantes de race pure Montbéliarde.

L'élevage bovin mahorais est composé d'une multitude de petits éleveurs (le nombre total d'éleveurs répertoriés est d'environ 1800) possédant en très grande majorité (90%) moins de 10 têtes et seuls quelques éleveurs disposent de plus de 50 têtes. Cette atomisation de l'élevage bovin est due en partie à une forte pression foncière, la plupart des éleveurs étant dépourvus de terre. Par ailleurs, rares sont les éleveurs « spécialisés ». En 1997, moins de 10% des exploitations avaient une production animale dominante. En revanche, 40% des exploitations de l'île se caractérisaient par deux productions dominantes : élevage-vivrier ou élevage-fruit ou élevage-ylang. Les productions animales les plus répandues sont les productions caprines (32% des exploitations) et bovines (26% des exploitations) loin devant les productions ovines (3% seulement). Une autre caractéristique des exploitations mahoraises est l'importance de l'autoconsommation puisque 43% seulement des ménages agricoles déclarent vendre une partie de leur production (Poivey, 2007).

A Mayotte, il n'y a pas d'abattoir et l'essentiel de la viande est commercialisé sur pied, dans le cadre familial, à l'occasion de fêtes religieuses ou d'événements culturels. Il n'y a ni centre de collecte de lait, ni laiterie, ni réseau de distribution. Le lait produit dans les élevages bovins améliorés est vendu directement du producteur au consommateur. Pourtant, une des grandes particularités de l'élevage mahorais est sa capacité à proposer des produits locaux (lait frais ou caillé, viande sur pied) très rémunérateurs: le lait frais se vend à 3 € le litre et la viande à plus de 12 € le kg, soit à des prix largement supérieurs aux produits importés (lait en poudre ou

UHT, viande congelée). Or en dépit de ce différentiel et d'une compétitivité hors-prix, l'élevage mahorais ne peut satisfaire la demande locale. Les importations de produits animaux sont en hausse constante (10% / an) et représentent aujourd'hui plus de 90% des quantités consommées (Corniaux et al., 2009). En l'absence de référentiel, c'est l'évolution du marché du lait qui semble avoir marqué le plus les orientations des politiques d'élevage récentes (Poivey, 2007) ; celles-ci s'appuient désormais sur des populations locales forgées par l'histoire et présentant des aptitudes originales, et des races spécialisées récemment introduites comme la Montbéliarde.

#### 1.1.2.2 Les éleveurs mahorais

De très nombreux ouvrages ou publications soulèvent la question délicate du statut des agriculteurs à Mayotte et au-delà de ces interrogations, la définition de « l'agriculteur mahorais » fait débat depuis des années. L'ensemble des recherches menées s'accordent à élargir la notion d'agriculteur communément admise dans le contexte occidental. Il apparaît en effet nécessaire de prendre en compte la multifonctionnalité de l'agriculture à Mayotte (Bilan-Diagnostic du développement local, 2002) afin d'éviter le raccourci de ne considérer à Mayotte que les agriculteurs modernes comme les seuls « vrais » agriculteurs. Christian Corniaux corrobore ces réflexions (Corniaux, 2009) en s'interrogeant sur les critères qui permettent de caractériser un éleveur à Mayotte (niveau de production, commercialisation des produits, pluriactivité...).

Carole Barthès (2003) définit la pluriactivité comme nécessaire pour subvenir aux besoins des ménages mais surtout pour pallier l'absence de crédit rural. A Mayotte, seuls quelques éleveurs consacrent 100 % de leur temps à la conduite de leur système de production et dégagent un revenu suffisant pour vivre de leur activité d'agriculteur. Par ailleurs, certains exploitants agricoles ont recours pour le fonctionnement quotidien des systèmes de culture et d'élevage à une main d'œuvre non contractualisée, en provenance des îles voisines de l'archipel des Comores. Dans un tel contexte, quel interlocuteur faut-il cibler dans les démarches d'appui conseil, le propriétaire de la ferme, qui, par sa pluriactivité, n'est pas présent en permanence sur son exploitation, ou ses employés, qui assurent véritablement la conduite des cultures ou du troupeau au quotidien ? Toutes ces spécificités devront être prises en compte pour assurer le transfert des messages techniques.

#### 1.1.2.3 L'élevage bovin à Mayotte (Ninot)

L'ensemble des problématiques qui gravitent autour de la thématique de l'élevage bovin à Mayotte (Main d'œuvre non contractuelle, différentiel de prix entre les produits importés et les produits locaux, situation foncière instable) ont été synthétisés pour la première fois dans un rapport datant de 2001 (Ninot, 2001). Le PAZEM s'est appuyé sur cette étude pour compléter l'analyse effectuée et constituer une nouvelle base de réflexion de l'élevage bovin sur laquelle mettre en place un suivi technico-économique des exploitations bovines mahoraises.

En 2001, une typologie des élevages bovins mahorais a été réalisée sur la base d'une enquête menée auprès de 289 exploitations. Grâce à un questionnaire d'enquête synthétique (entretien de 30 minutes) mais abordant l'ensemble des composantes du système d'élevage, l'enquête a mis en évidence 5 types d'élevages (Ninot, 2001). La majorité des éleveurs (56 %) étaient de type traditionnel, avec un élevage au piquet mobile et un abreuvement des animaux à la rivière. Certains éleveurs se différenciaient par leur pluriactivité, d'autres par l'utilisation de



déchets de cuisine pour l'alimentation des animaux. Un groupe d'éleveurs en voie de professionnalisation (recours à l'insémination artificielle, utilisation de la canne fourragère pour l'alimentation des animaux, construction d'un abri pour les animaux) avait été identifié, dont une partie spécialisée dans la production laitière.

### 1.1.3 Partenariats

Les relations de partenariat établies dans le cadre du PAZEM sont précisées dans la Figure 4. On comprend aisément que l'ensemble des actions menées sont étroitement corrélées et que les comités de pilotage que réalise deux fois par an l'équipe du PAZEM sont nécessaires à la coordination de toutes ces actions de recherche et de développement.

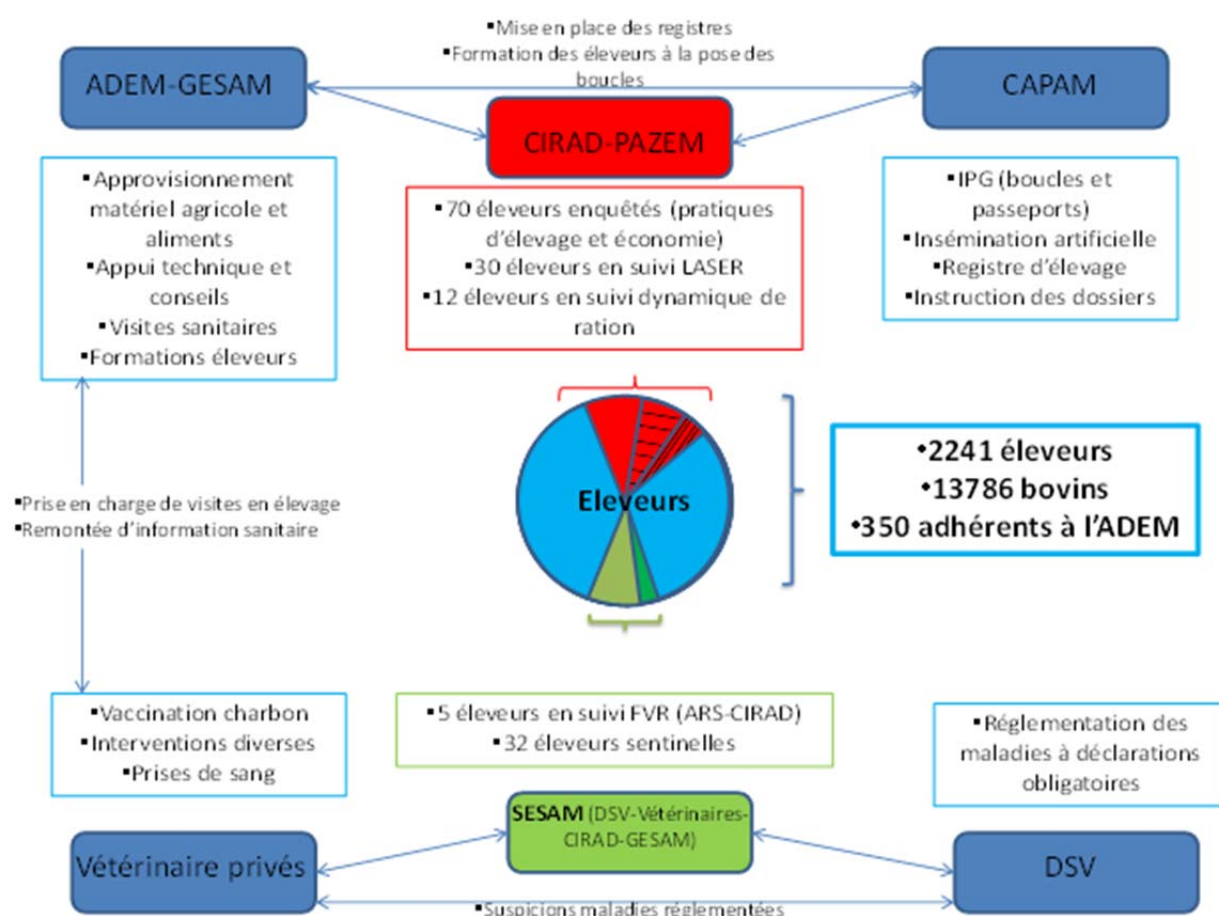


Figure 4 : Principales collaborations entre les structures d'encadrement et de recherche

## 1.2 Typologie des systèmes d'élevage (Gaborit, 2009)

Une typologie des systèmes d'élevage a été réalisée en 2009, au démarrage du programme PAZEM, sur la base d'enquêtes réalisées directement auprès des éleveurs. A partir des informations contenues dans la base de données de la CAPAM (RAPAM) et les registres de l'ADEM, un échantillon de 70 éleveurs a été constitué. Les élevages suivis par la CAPAM et l'ADEM étant très différents dans leur structure et leur fonctionnement, l'organisation de producteurs à laquelle l'élevage est affilié a constitué la première clé de sélection des troupeaux :

- 25 éleveurs adhérents de l'ADEM
- 25 éleveurs adhérents de la FEM (CAPAM)
- 20 éleveurs non adhérents à une association d'éleveur

Il n'a pas été possible de retrouver les informations recueillies en 2001 utilisées pour la réalisation d'une première typologie des systèmes d'élevage. Par conséquent, en l'absence de toute autre information sur les systèmes d'élevage actuels (en 2009), l'appartenance à une organisation de producteur est le seul facteur de sélection qui a été pris en compte. L'échantillonnage des 70 élevages proposé sera considéré dans la suite comme représentatif de la diversité des systèmes d'élevage de Mayotte.

Les questionnaires d'entretien complétés à l'occasion d'enquêtes individuelles ont permis de regrouper l'ensemble des variables en 14 thèmes (Tableau 1). Ces données ont permis de réaliser une typologie précise des élevages (Gaborit, 2009).

*Tableau 1 : Thèmes abordés et nature des variables utilisées par Marion Gaborit*

Thèmes	Nb de variables	Modalités
Exploitation	6	zone, accès, ...
Eleveur	11	âge, formation, famille...
Activités	12	élevages, production vivrière, activités extra-agricole...
Projets	9	épargne, groupement d'éleveur, ...
Main d'œuvre	8	volume, rémunération...
Foncier	13	SAU, surface de l'élevage, fermage...
Troupeau	9	nombre de vaches laitières, nombre de génisses...
Logement	12	logement nuit/jour,
Reproduction	28	chaleurs, première mise-bas, ...
Traite	23	lactation, prévention mammite...
Abreuvement	7	fréquence, modalité...
Sanitaire	24	parasite, mortalité, visites vétérinaires...
Alimentation	11	fourrages, concentrés, allottement...
Commercialisation	22	quantité, prix, autoconsommation...

Six types d'élevage se sont dégagés de l'analyse de ces variables :

Type 1 : professionnalisation de l'élevage, conduite raisonnée du système dans le but d'une production laitière.

Ce type est caractérisé par des éleveurs professionnels qui cherchent à développer leur activités afin d'en retirer un revenu annuel important. Ils possèdent un cheptel moyen de plus de 12 têtes, qu'ils élèvent à l'aide de moyens de production modernes : les animaux sont logés à l'étable, disposent d'une stabulation et d'une aire d'exercice où ils peuvent pâturer. Les éleveurs sont très attentifs à leur troupeau (chaleurs, blessures...) et à leur conduite d'élevage (bouclage, insémination artificielle). L'alimentation est basée sur la canne fourragère broyée (broyage mécanique) et le brachiaria, complétés par des fourrages ligneux (avocat marron, bananier...). Ces éleveurs s'approvisionnent en aliments concentrés à hauteur de 3 à 9 tonnes par an. Ils sont très présents sur leur exploitation (entre 42 et 56 heures par semaine).

#### Type 2 : Elevage traditionnel « ancien » stabilisé

Ce type d'élevage est caractérisé par des éleveurs âgés ayant plus de 15 ans d'expérience dans l'élevage. Leur stratégie n'est pas de professionnaliser leur exploitation ou d'augmenter la production mais plutôt de sécuriser leurs biens et constituer une épargne en vue de célébrations religieuses. La majorité des éleveurs utilisent autant qu'ils le peuvent les ressources en eau et en fourrage à proximité. La majorité d'entre eux valorisent au maximum les ressources locales en fourrage et en eau. Les investissements restent modérés ainsi que le niveau des dépenses consacrées à l'hygiène (logement, traite) ou à la santé animale. En effet, bien que producteurs de peu de lait, on constate que la traite ne se déroule pas dans des conditions sanitaires optimales.

#### Type 3 : Intermédiaire entre tradition et intensification

Le type 3 caractérise les éleveurs en voie de professionnalisation qui présentent les principales caractéristiques des éleveurs du type 1. Il s'agit pour la moitié d'entre eux d'éleveurs laitiers, ayant recours à des aliments concentrés et à l'insémination artificielle et affiliés à des associations d'éleveur. Ces éleveurs ont également recours aux espèces arbustives et aux pâturages herbacés locaux (gazon coco). Les infrastructures sont toutefois plus modestes et le revenu de l'activité laitière plus limité que celui des éleveurs du type 1. Une partie du revenu total provient d'autres activités agricoles ou d'activités extra-agricoles. L'éleveur exerçant une autre fonction (pluriactif), le bouvier est alors amené à s'occuper de la quasi-totalité de l'activité d'élevage. Il est probable que ces éleveurs évoluent à l'avenir vers le type 1.

#### Type 4 : Elevage comme activité secondaire, en construction

Les éleveurs de ce groupe exercent tous une activité extra-agricole et considèrent l'élevage comme une activité annexe. L'objectif de ces « propriétaires de bovins » est de posséder quelques bovins (souvent de petites exploitations) afin de répondre aux obligations culturelles (circoncision, enterrement, mariage...). Leur emploi extra-agricole et leur niveau de technicité limité les obligent à faire appel à un membre de la famille ou à un bouvier pour gérer l'exploitation au quotidien. Il s'agit de très jeunes exploitations qui n'ont pour la plupart toujours pas vendu ou abattu de bovins, mais qui ont décidé d'investir une part de leur revenu dans le domaine agricole afin de limiter les dépenses pour les cérémonies traditionnelles.

#### Type 5 : Elevage traditionnel non productif

A l'opposé du type 1, ces éleveurs se caractérisent par un système traditionnel très peu productif. Les éleveurs sont âgés, disposent d'une SAU de moins d'1 hectare et ne pratiquent pas la traite. L'alimentation est essentiellement basée sur les fourrages locaux (avocat marron, banane, bois noir) distribuée à des animaux attachés au piquet sur une parcelle. Ces éleveurs habitent le plus souvent loin de leur exploitation ce qui les oblige à déplacer des quantités de fourrages importants. Cette charge de travail ajoutée aux déplacements des animaux pour leur abreuvement est une contrainte de temps importante. Compte tenu de ces contraintes quotidiennes, on comprend aisément que les animaux soit peu productifs.

#### Type 6 : Exploitations de Petite-Terre marginalisées – élevage valorisé par une activité extra-agricole.

Ce type d'éleveurs n'est constitué que de 4 éleveurs situés à Petite-Terre. Leur situation géographique les isole des voies de commercialisation habituelle et rend les conditions d'élevage plus laborieuses : absence de cours d'eau, ressources fourragères limitées (avocat marron). Pour pallier au déficit fourrager, les éleveurs ont recours aux graminées tropicales (brachiaria, kougou), aux déchets de cuisine et aux concentrés protéiques. L'activité extra-agricole qu'exercent une majorité de ces éleveurs leur permet de disposer de liquidité afin

d'assurer ces achats d'aliments. Le suivi de la santé et de la reproduction est négligé. Ces éleveurs sont inscrits depuis peu de temps auprès d'organismes d'encadrement et souhaitent intégrer des plans de développement de l'élevage.

Cette analyse a permis de mettre en évidence une grande hétérogénéité des composantes des systèmes d'élevage (technicité et objectifs des éleveurs, conduite du troupeau et du système d'alimentation ...). Elle a également révélé le manque de données économiques et la nécessité de compléter cette première approche par une étude plus approfondie des charges et des revenus des éleveurs.

### **1.3 Caractérisation des situations économiques en élevage bovin**

Une enquête « économique » a été réalisée en 2010 sur le même échantillon de 70 éleveurs (Ringard, 2010). L'objectif spécifique de cette enquête était de collecter directement auprès des éleveurs (manager propriétaire) l'ensemble des données économiques disponibles sur l'exploitation (investissement et charges associés à l'atelier bovin, composantes du revenu). Dans bon nombre de cas, l'éleveur n'avait aucune trace des différents flux monétaires inhérents à la gestion économique de son exploitation. Ces difficultés ont été contournées en évaluant à dire d'éleveur les quantités d'intrants consommées et en en déduisant les charges associées (quantité de concentré achetée, quantité d'eau consommée, ...).

L'analyse de ces données a permis de réaliser une typologie économique des élevages et de calculer plusieurs indicateurs économiques synthétiques à l'échelle de l'exploitation. Le système d'élevage est replacé dans un ensemble plus global, situé à l'échelle du foyer et qui prend en compte l'ensemble des activités agricoles (élevages et cultures) et extra-agricoles (revenus extérieurs). On peut décrire de façon synthétique les 4 types d'élevage :

Le type 1 correspond aux éleveurs les plus professionnalisés de Mayotte.

L'activité agricole est une vocation (lancement par achat de foncier et d'animaux). Ces éleveurs s'appuient sur les structures telles que la CAPAM ou l'ADEM-GESAM afin d'optimiser leur production (formation, information, appui technique et financier). Grâce à leurs investissements, ces éleveurs disposent donc d'un outil de production performant (troupeau de grande taille, grande SAU, matériel, véhicule et bâtiment adaptés, bonne gestion de la reproduction, races améliorées, optimisation de l'alimentation, beaucoup de main d'œuvre, etc.).

Le type 2 est caractérisé par des systèmes d'élevage traditionnels (petits troupeaux, SAU faible) et des investissements réduits (animaux au piquet, peu d'équipement d'élevage).

Ces « propriétaires d'animaux » ne commercialisant pas leurs produits, abattant leurs animaux à l'occasion des festivités familiales et religieuses, privilégiant ainsi une valorisation socio-culturelle de l'élevage.

Le type 3 regroupe des éleveurs visant les festivités pour commercialiser leurs animaux.

La valorisation sociale semble encore primordiale car vendre le plus cher possible ne semble pas être l'objectif de ces éleveurs.

Le type 4 se caractérise par une exploitation agricole transmise de père en fils.

L'élevage ne constitue qu'une partie d'une activité agricole plus large (grande SAU), dominée par les cultures de rente. Encore petits producteurs laitiers (troupeaux de taille moyenne, équipements légers, traite occasionnelle), ils sont optimistes quant à l'avenir de l'élevage.

Une fois ces 4 types de gestion économique identifiés, il a été possible de calculer des indicateurs économiques moyens par type afin de mettre en exergue les différences qui caractérisent ces gestions économiques (Tableau 2). Il est à noter que l'activité d'élevage ne permet pas toujours à elle seule d'assurer la viabilité du système de production et que la non-contractualisation de la main d'œuvre reste pour l'heure un obstacle à l'évaluation exacte de la rentabilité de l'élevage à Mayotte.

*Tableau 2 : Marge (élevage, agricole, totale, selon le type de M.O) calculées pour chaque type d'élevage identifiés*

	Type 1		Type 2		Type 3		Type 4	
	Moyenne	+/-	Moyenne	+/-	Moyenne	+/-	Moyenne	+/-
Marge élevage (Revenu élevage-charges)	- 575 €	6 787 €	- 5 935 €	3 673 €	- 2 688 €	1 957 €	880 €	4 125 €
Marge agricole (Revenu agricole-charges)	4 539 €	6 548 €	- 5 543 €	3 789 €	- 2 231 €	2 174 €	7 149 €	12 284 €
<b>Marge (Revenu total-charges)</b>	<b>23 618 €</b>	<b>7 281 €</b>	<b>8 134 €</b>	<b>4 925 €</b>	<b>16 219 €</b>	<b>10 266 €</b>	<b>20 045 €</b>	<b>10 683 €</b>
Capital sur pieds	40 115 €	14 831 €	11 559 €	4 794 €	14 973 €	3 285 €	26 270 €	8 435 €
Marge hors MO	33 243 €	7 847 €	8 712 €	4 807 €	17 255 €	10 721 €	23 015 €	10 738 €
Marge avec rémunération MO au SMIC	1 903 €	18 445 €	3 294 €	6 704 €	10 848 €	9 908 €	- 6 684 €	16 874 €

La typologie a révélé une variabilité résiduelle intra-type<sup>1</sup> importante qui majore l'hétérogénéité des systèmes de production bovins à Mayotte. Cette variabilité résiduelle montre néanmoins la nécessité d'aller explorer plus en détail les élevages dans chacun de ces groupes, en particulier ceux du groupe 1 (écart-type très important pouvant révéler des situations très différentes en termes de rentabilité).

L'étude a mis en évidence le manque probant de données économiques sur les exploitations bovines. L'installation prochaine des registres bovins (enregistrements des dépenses d'élevage comme les aliments, les frais vétérinaires, les charges courantes...) pourrait constituer un moyen efficace et simple de remédier à ces difficultés

#### **1.4 Typologie synthétique des 3 types d'élevage mahorais conséquences sur le développement des filières de production animale**

Dès la création de l'ADEM, un document de travail avait été co-rédigé par la CAPAM, l'ADEM et le cabinet des vétérinaires privés pour présenter la structure de l'ADEM et structuré les objectifs prioritaires pour le développement de la production bovine (lait et viande). Ce document faisait ressortir la nécessité d'élaborer une typologie des élevages afin de « donner une cohérence aux propositions pouvant être faites aux éleveurs ». La Figure 5 synthétise les réflexions que l'équipe du PAZEM a menées pour définir des types

<sup>1</sup> Cette variabilité intra-type avait été l'objet de nombreuses interrogations de la part des professionnels de l'élevage lors de la restitution des résultats de cette étude

d'élevage simples et pertinents en s'appuyant sur les deux typologies réalisées à partir des pratiques d'élevage (Gaborit, 2009) et des paramètres économiques (Ringear, 2010).

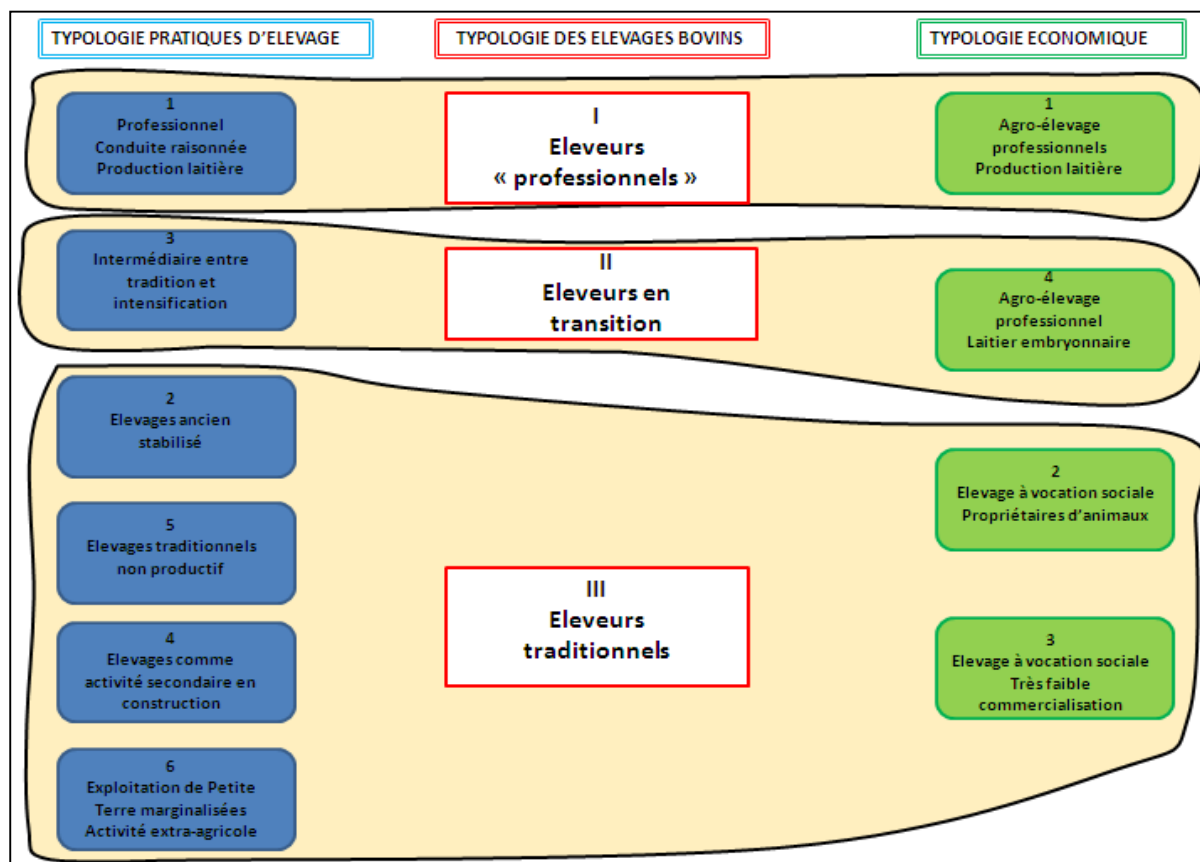


Figure 5 : Typologie globale des exploitations bovines mahoraises

Trois types d'élevage se distinguent :

- Les éleveurs en voie de professionnalisation, déjà engagés dans une démarche de modernisation et de spécialisation de l'outil de production. Des investissements ont souvent déjà été faits et l'éleveur aspire à rentabiliser l'activité d'élevage et à en tirer un revenu significatif ;
- Les éleveurs entre tradition et intensification, en voie de professionnalisation : moins modernisé que les premiers, ils s'inscrivent néanmoins dans une dynamique d'investissement et d'acquisition de matériel et de cheptel afin de développer leur système de production. Ces éleveurs, disposant de moins d'expérience technique mais souhaitant se développer, constitue un groupe d'éleveurs très sensibles aux projets des structures d'appui aux producteurs.
- Les éleveurs traditionnels : « propriétaire d'animaux », ces éleveurs élèvent essentiellement des bovins à des fins d'autoconsommation, ou de dons ou comme « capital sur pied » en cas de besoin de trésorerie. Constituant une majorité des élevages à Mayotte, ces éleveurs valorisent les ressources locales (fourrages, ligneux, déchets ménagers) et sont le plus souvent pluriactifs.

Une typologie en 3 classes peut paraître trop synthétique (notamment regrouper l'ensemble des éleveurs traditionnels en un seul groupe) mais elle constituera un outil d'autant plus pertinent pour les structures d'appui aux producteurs.

On peut rappeler ici la définition que Jollivet (Jollivet, 1965) faisait d'une typologie : « elle doit rendre les objets comparables (selon les attributs considérés) et permettre de situer les différents types les uns par rapport aux autres ». Ainsi, multiplier les critères pour distinguer un nombre trop important de groupes amènerait à tomber dans un « particularisme paralysant » (Perrot et Landais, 1993) qui n'aiderait en rien les organisations de producteurs à affiner leur approche des élevages et adapter les conseils qu'ils peuvent prodiguer aux éleveurs.

Comme le formulait Corniaux (2009) dans son expertise des filières, il faut que cette image de l'élevage permette d'évaluer la pertinence des plans de développement de l'élevage à Mayotte. En effet, si les décideurs mahorais focalisent leurs réflexions sur les filières bovines autour d'un élevage mahorais type, ils marginaliseront inévitablement une frange importante des éleveurs bovins. La mise en place d'un abattoir ou d'une laiterie permettrait certes un « bottleneck »<sup>2</sup> pour maîtriser les quantités produites et établir des nouvelles contraintes de qualité, mais elle négligerait l'ensemble des éleveurs isolés des circuits d'information et de commercialisation. A l'opposé, un plan de construction de la filière basée uniquement sur les éleveurs traditionnels négligerait les éleveurs professionnalisés, dont certains rencontrent déjà des problèmes pour commercialiser l'ensemble de leur production laitière en dehors des périodes de cérémonies. Au total, ces typologies permettent de mieux comprendre la diversité des exploitations d'élevage bovin et de mieux cibler l'appui et le transfert technique, mais aussi d'orienter les réflexions sur le devenir des filières bovines à Mayotte.

---

<sup>2</sup> Effet de goulot d'étranglement qui permet de contrôler les quantités et la qualité des produits dans une filière à une étape donnée

## 2 Analyse des performances des troupeaux bovins

### 2.1 Laser : Un outil de suivi longitudinal des performances animales

#### 2.1.1 Historique et description du logiciel et de la méthodologie

Afin de pallier l'absence d'informations fiables sur les systèmes d'élevages dans les pays en voie de développement, les centres de recherche et les services techniques ont été contraints de constituer leurs propres méthodologies pour appréhender les spécificités des élevages tropicaux. Le suivi des performances individuelles des animaux est la méthode la plus précise pour caractériser les performances des troupeaux (Lesnoff et al., 2011). Avec une visite mensuelle ou bimensuelle sur les exploitations, il est possible de noter l'ensemble des événements qui ont affecté un animal. Ces données répétées entraînent une organisation particulière des enquêtes, de la base de données, des formulaires de saisie, des requêtes d'extraction des données et *in fine* des méthodologies d'analyses statistiques. Le Cirad a développé et mis en place depuis près de 25 ans différents types de systèmes d'information en milieu traditionnel. Les réflexions successives et les progrès dans les outils informatiques ont abouti au système d'information LASER (Logiciel d'Aide au Suivi d'Elevage des Ruminants), dont les applications ont fait l'objet de nombreux travaux scientifiques.

Laser est une méthode de suivi qui inclut un système de collecte d'informations sur le terrain et un outil de gestion informatisée des données (écrit en Visual Basic ©) dans une base de données relationnelle (au format Access ©). Les différents outils de suivi développés par le Cirad et leurs documentations sont disponibles gratuitement sur le site du Cirad (<http://livtools.cirad.fr/>). Le logiciel est en évolution continue pour répondre aux nouvelles demandes émanant des projets de recherche et des utilisateurs ayant adopté cette méthodologie. Nous verrons dans la partie suivante quelles ont été les adaptations réalisées pour le suivi des bovins à Mayotte.

#### 2.1.2 Mise en place du suivi et adaptation à Mayotte

De mars à juin 2009, la logistique du suivi technico-économique a été testée chez quelques éleveurs (en partenariat avec la CAPAM et l'ADEM). Différentes méthodes de pesée (peson, barre de pesée, bascule), ou de contention des animaux ont été testées ainsi que différentes approches pour entrer en contact avec l'éleveur, souvent absent de son exploitation. Cette période a notamment permis d'éliminer la méthode de pesée au peson en raison de la trop grande nervosité des animaux. Il s'est avéré également très difficile de suivre des éleveurs trop éloignés des pistes accessibles en voiture en raison du poids du matériel de pesée (> 50 Kg) et des difficultés d'accès aux exploitations les plus enclavées (pistes impraticables en saison des pluies). Cette période d'essai a également permis de cerner la prudence à employer dans la contention des animaux. La sélection des éleveurs à inclure dans le suivi technico-économique s'est basée sur les critères suivants :

- Appartenance des élevages aux 6 classes de la typologie (Gaborit, 2009) ;
- Répartition équilibrée de la charge de travail entre la CAPAM et l'ADEM ;
- Répartition géographique représentative de la distribution spatiale des élevages bovins et optimisant les déplacements afin de permettre une visite mensuelle a minima ;
- Accès à l'exploitation en toute saison ;
- Ajout du troupeau du Lycée Professionnel Agricole.



Sur la base de ces critères, 30 éleveurs ont été identifiés pour le suivi technico-économique longitudinal individuel. L'échantillon final se compose de 15 éleveurs traditionnels suivis antérieurement par les agents de la CAPAM et de 15 éleveurs professionnels (dont la ferme du LPA) suivis par les agents de l'ADEM (Figure 6).

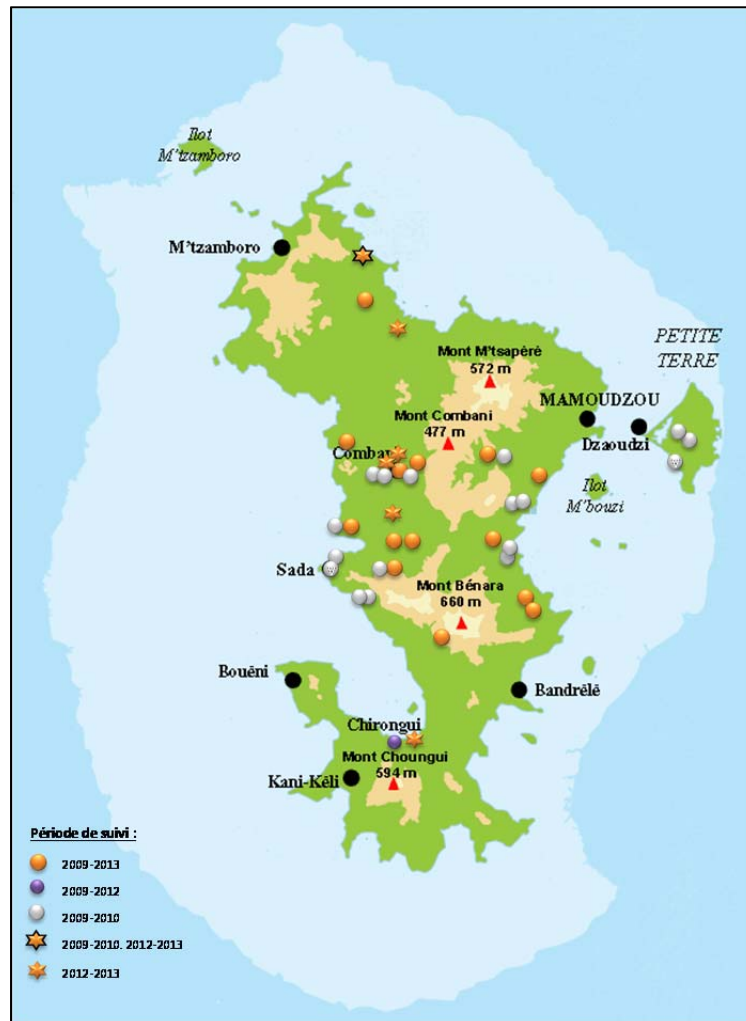


Figure 6 : Structuration de l'échantillon des éleveurs suivis par le PAZEM

Le suivi a véritablement démarré dans les 30 élevages en juillet 2009. Il s'est poursuivi sans interruption jusqu'à aujourd'hui dans les 15 élevages suivis par la CoopADEM alors qu'il a été mis à l'arrêt en janvier 2011 dans les élevages suivis par la CAPAM, pour des raisons financières. Cinq nouveaux cheptels traditionnels, comprenant essentiellement des animaux de race zébu, ont été recensés en janvier 2012 et intégrés au suivi (Figure 6). Le suivi comprend ainsi 20 élevages à la date d'édition de ce référentiel.

Des visites mensuelles ont permis de collecter différents types d'informations :

- \* Inventaire de animaux et recensement de l'ensemble des mouvements observés dans le troupeau (mise-bas, achats, ventes, mortalités ...) ;
- \* Pesée des jeunes (moins de deux ans) tous les mois ;
- \* Pesée des adultes à deux reprises, au démarrage et 6 mois après le démarrage du suivi, pour établir les poids moyens par type génétique et *in fine*, estimer leurs besoins nutritionnels d'entretien ;

- \* Mesures de la production laitière ;
- \* Recensement des données sanitaires depuis le dernier passage (maladies, traitements curatifs, interventions de prévention sanitaire....).

Le logiciel LASER a été adapté afin de correspondre parfaitement aux attentes des techniciens et à la spécificité du suivi LASER à Mayotte. Une interface spécifique a été élaborée pour enregistrer l'ensemble des données collectées lors du suivi dynamique des rations. Des modules permettant le calcul automatisé d'une batterie d'indicateurs zootechniques ont également été programmés en collaboration étroite avec les futurs utilisateurs (CAPAM, ADEM). Ces modules permettent une évaluation rapide et une restitution immédiate des performances aux éleveurs à l'occasion de chaque visite.

## 2.2 Méthode d'analyse des données

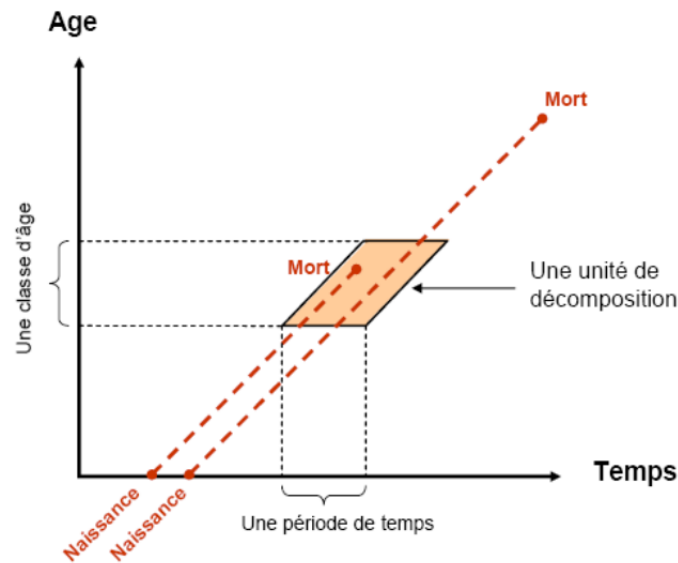
Avant d'exposer les premiers résultats zootechniques obtenus, nous allons exposer dans la partie suivante la méthodologie que nous avons utilisée pour analyser la base de données LASER à Mayotte. L'ensemble de cette partie est une synthèse des approches méthodologiques développées par le CIRAD pour l'analyse des performances animales en milieu traditionnel. De nombreuses publications pourront servir de compléments d'informations aux lecteurs désireux d'approfondir les éléments méthodologiques abordés ici de manière très synthétique (Lesnoff et al. 2011 ; Landais, 1986). Les analyses qui sont présentées dans ce rapport sont toutes reproductibles<sup>3</sup>.

### 2.2.1 Paramètres démographiques

Laserdemog est un package méthodologique développé sous le logiciel R [R Development Core Team, 2011] par le CIRAD pour le calcul des paramètres démographiques (taux de mortalité, d'exploitation, fertilité ...) dans les troupeaux de ruminants des zones tropicales [Lesnoff et al., 2011]. Il utilise une approche en temps discret qui décompose la vie de chaque animal en segments successifs (unités de décomposition), chaque segment croisant une classe d'âge et une période de temps (*Figure 7*). Il constitue un outil complémentaire de l'outil Laser et peut importer directement des tables au format Laser. L'ensemble des ressources (logiciel, package et documentation) a été développé par le CIRAD et est disponible gratuitement sur son site web (<http://livtools.cirad.fr>) (Lesnoff et al., 2011). Le logiciel R est également disponible gratuitement (<http://www.R-project.org>).

---

<sup>3</sup> Se rapprocher des auteurs ([tillard@cirad.fr](mailto:tillard@cirad.fr)) pour obtenir les éléments nécessaires, données anonymes et code R



*Figure 7 : Exemple d'unité de décomposition avec la trajectoire de deux animaux*

Le calcul des paramètres démographiques comme les taux de mortalité se décompose en 2 étapes successives (Figure 8):

- \* une étape de décomposition de la carrière des individus en unités de décomposition, horizontales ou verticales ; cette étape permet de choisir les bornes de la période d'étude et les classes d'âge étudiées ;
- \* une étape de calcul des paramètres par unité de décomposition ou par groupe d'unités ; cette étape nécessite des fonctions spécialement développées sous le logiciel de statistique R, permettant le calcul direct des paramètres démographiques à partir des données décomposées individuelles.

#### 2.2.1.1 Décomposition du temps en unité de décomposition

A partir d'une base Laser source, les fonctions `hsplit` et `vsplit` du package `Laserdemog` permettent de décomposer les données démographiques en unités horizontales ou verticales, respectivement, dans une période d'étude prédéfinie. Les intervalles de temps utilisés pour la décomposition (taille des unités de décomposition) peuvent aller d'une semaine à une année, selon le niveau de détail souhaité pour la description des phénomènes démographiques (Lesnoff et al., 2011). Les unités de décomposition peuvent être horizontales ou verticales (Figure 9).

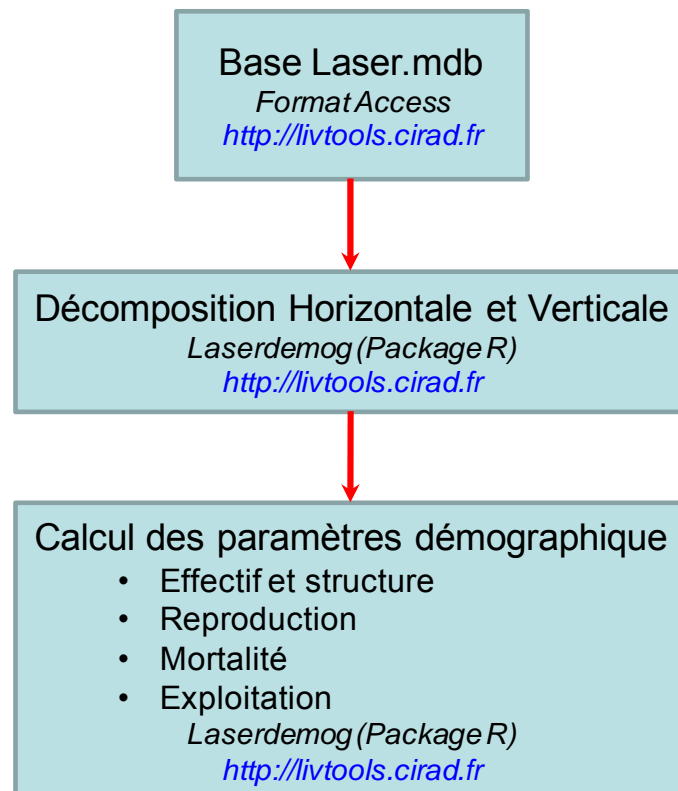


Figure 8 : Schéma analytique de la base LASER jusqu'à la production de résultats définitifs

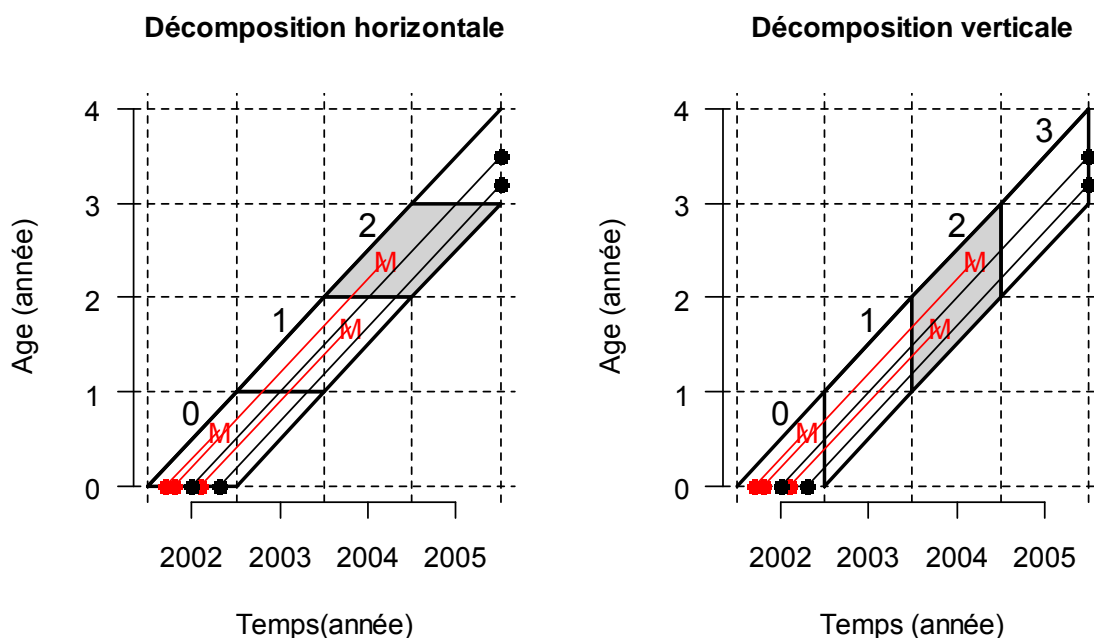


Figure 9 : Exemples de décomposition ; unité horizontales (gauche), unités verticales (droite). D'après (Lesnoff et al, 2011)

Dans les unités horizontales (fonction hsplit), on rapporte le nombre d'évènements ayant lieu dans l'unité de décomposition (le nombre d'animaux morts) au nombre d'animaux ayant

atteint un âge exact donné ; en considérant des unités temporelles et des classes d'âge annuelles, l'unité 0, de la Figure 9 gauche rapporte le nombre d'animaux morts entre la naissance et 1 an aux animaux nés en 2002 et calcule ainsi la probabilité de mortalité pour la classe d'âge 0-1 ans ; de la même manière, l'unité 2, de la Figure 9 gauche rapporte le nombre d'animaux morts entre l'âge 2 et 3 ans aux animaux ayant l'atteint l'âge 2 ans et calcule ainsi la probabilité de mortalité pour la classe d'âge 2-3 ans (dans ce cas, chaque unité de décomposition s'étale sur 2 années successives).

Dans les unités verticales (fonction vsplit), on rapporte le nombre d'évènements ayant lieu dans une unité de décomposition (le nombre d'animaux morts) au nombre d'animaux présent au début de la période considérée ; en considérant des unités temporelles et des classes d'âge annuelles, l'unité 2 de la figure 3 droite rapporte le nombre d'animaux morts sur une année donnée (2004) aux animaux présents au 1er janvier 2004, et ayant entre 1 et 2 ans. Il calcule ainsi la probabilité de mortalité pour une année donnée (dans ce cas, chaque unité de décomposition s'étale sur 2 classes d'âge annuelle).

Pour effectuer une décomposition, on fixe un certain nombre de paramètres [Lesnoff et al., 2011] (Figure 10):

- la date du début de la période d'étude
- le nombre de cycles annuels successifs N de la période d'étude
- le nombre de phases K (sous-division infra-annuelles) dans un cycle annuel
  - K = 1 décomposition annuelle ;
  - K = 4 décomposition trimestrielle ;
  - K = 12 décomposition mensuelle ;
  - K = 24 décomposition par quinzaine ;
  - K = 52 décomposition par semaine.

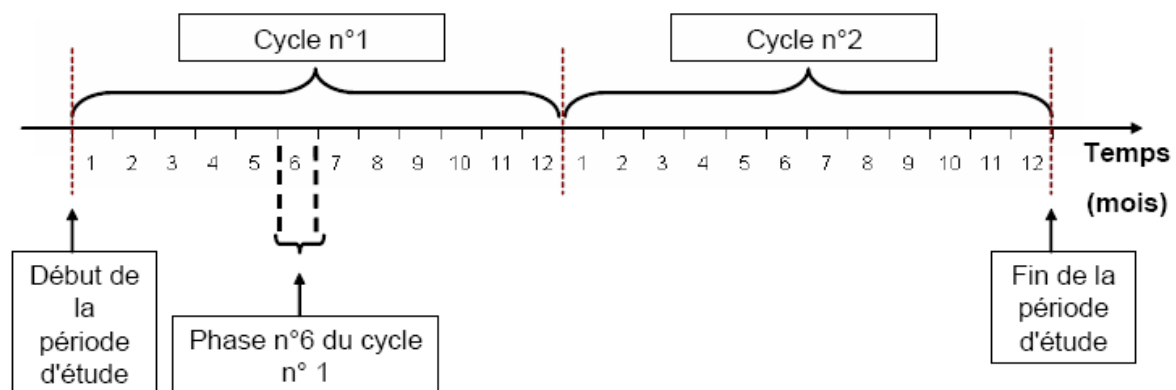


Figure 10 : Exemple de décomposition d'une période d'étude en  $N=2$  cycles annuels puis en  $K=12$  phases interannuelles (ce qui correspond à des mois) par laserdemog (Lesnoff et al., 2011)

Pour chaque phase de chaque cycle, les fonctions de décomposition (horizontale ou verticale) créent une colonne de L unités de décomposition numérotées de 0 à L (Figure 11), L étant défini par l'âge de l'animal le plus vieux.

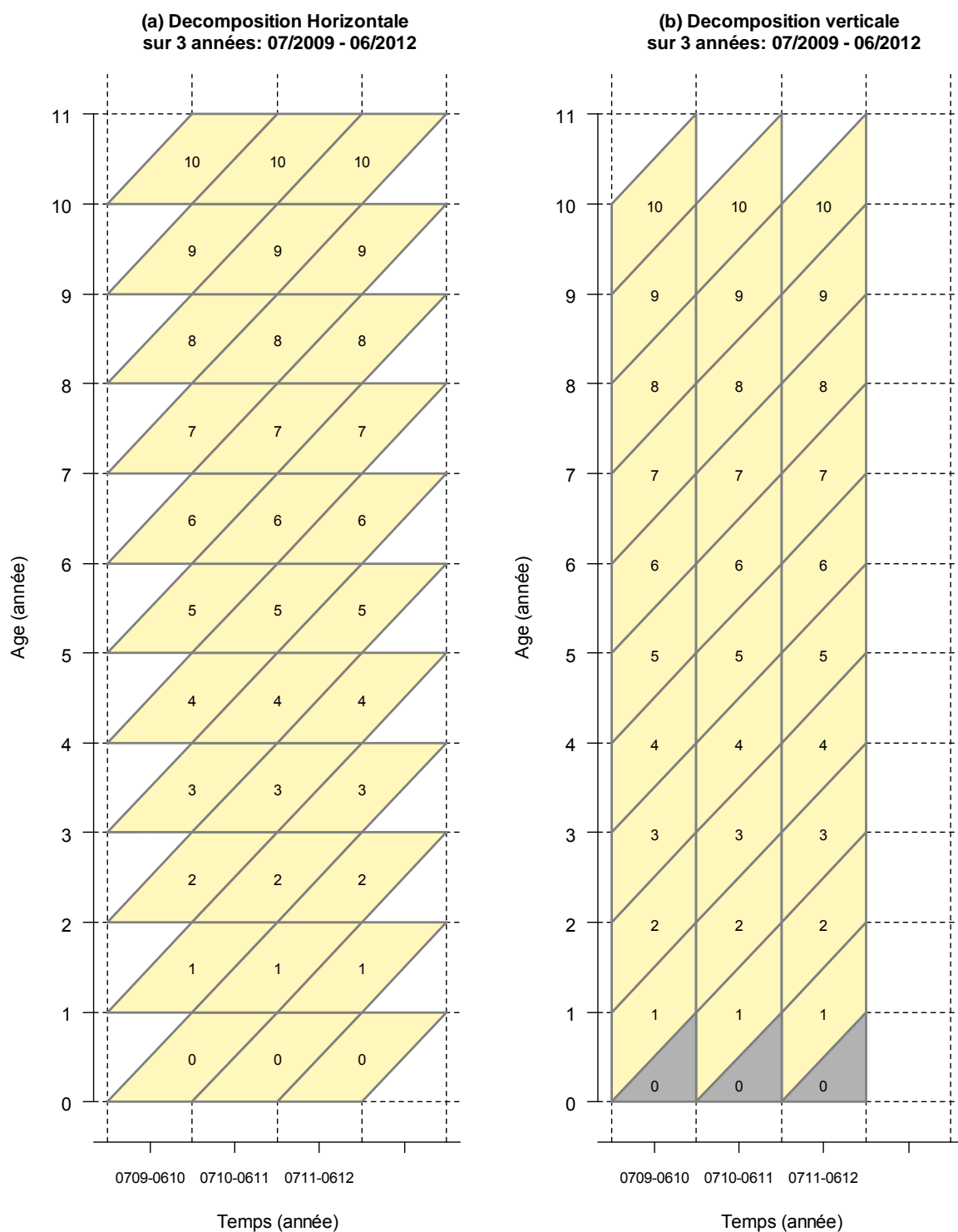


Figure 11 : Exemples de décompositions (a) horizontales et (b) verticales engendrées par Laserdemog avec les paramètres suivants : date de démarrage du 1er cycle annuel = 01/07/2009,  $N=3$  cycles annuels (07/2009 – 06/2010, 07/2010 – 06/2011, et 07/2011 – 06/2012),  $K=1$  phase (décomposition annuelle) et  $L = 10$  unités de décomposition ; les triangle en gris correspondent à des zones où les comptages des évènements ne sont pas pris en compte ; d'après (Lesnoff et al., 2011).

### 2.2.1.2 Mise en œuvre sur la base LASER de Mayotte

Les données de la base Laser de Mayotte ont été décomposées de la manière suivante : pour chacune des décompositions horizontale et verticale, la date de démarrage de la période d'étude a été fixée au 1<sup>er</sup> juillet 2009 et le nombre de cycle annuel retenu  $N = 4$ . A la date de mise à jour de ce référentiel (novembre 2013), la période d'observation s'étale donc du 1<sup>er</sup> juillet 2009 au 31 octobre 2013, i.e. 52 mois.

Avec une décomposition horizontale annuelle (

Figure 12 a), l'évaluation des taux démographiques (taux de mortalité, taux d'exploitation, taux de fertilité) dans chacune des cellules de décomposition nécessite l'observation des carrières individuelles sur 2 années consécutives. La décomposition verticale annuelle permet de calculer des paramètres démographiques sur des exercices strictement annuels (

Figure 12, b). Avec une décomposition verticale annuelle, l'évaluation des taux démographiques dans chacune des cellules de décomposition nécessite l'observation des carrières individuelles sur 2 classes d'âge consécutives.

Les difficultés sont en fait liées à la décomposition annuelle, trop large dans notre cas. En effet, il n'est pas possible d'analyser la mortalité par classe d'âge sur l'exercice 2012-2013 avec une décomposition annuelle, car les données sur l'exercice 2013-2014 ne sont pas encore disponibles (

Figure 12 a). Une décomposition annuelle verticale permet au contraire d'analyser la mortalité annuelle sur les 4 exercices consécutifs (Figure 12 b). Une décomposition horizontale mensuelle (Figure 13) est obtenue en fixant le nombre de phases infra-annuelles  $K$  à 12 (phases mensuelles). Cette décomposition permet de calculer de manière fine les paramètres démographiques en fonction de l'âge, tout en respectant quasiment parfaitement les bornes des exercices annuels. Cette décomposition permet également le calcul des paramètres démographiques sur la quasi-totalité de la période de suivi (48 mois sur 52), représentée par l'enchaînement de 4 exercices annuels révolus (Figure 13).

Le Tableau 3 indique le mode de décomposition utilisé, adapté à chacun des paramètres démographique. Pour le calcul des taux de mortalité et d'exploitation, des phases mensuelles ont été retenues pour pouvoir calculer de manière fine l'évolution de la probabilité de mortalité en fonction de l'âge, en particulier pour la première classe d'âge annuelle (0 – 1 an). Pour le calcul des taux de fertilité,  $K$  a été fixé à 4 (phases trimestrielles) pour permettre une évaluation précise de l'âge d'entrée en reproduction des jeunes femelles.

*Tableau 3 : mode de décomposition temporelle (âge, temps) de la carrière des animaux en fonction du paramètre démographique estimé.*

<b>Paramètre</b>	<b>Démarrage</b>	<b>Décomposition</b>	<b>Nb exercices</b>	<b>Nb phases*</b>
Effectifs	01/07/2009	verticale	4	1
Structure d'âge	01/07/2009	verticale	4	1
Mortalité (probabilité)	01/07/2009	horizontale	4	12
Mortalité (modèle)	01/07/2009	horizontale	4	12
Exploitation	01/07/2009	horizontale	4	12
Reproduction	01/07/2009	horizontale	4	4

*\* décomposition 1: annuelle; 4: trimestrielle; 12: mensuelle; 52 : hebdomadaire*

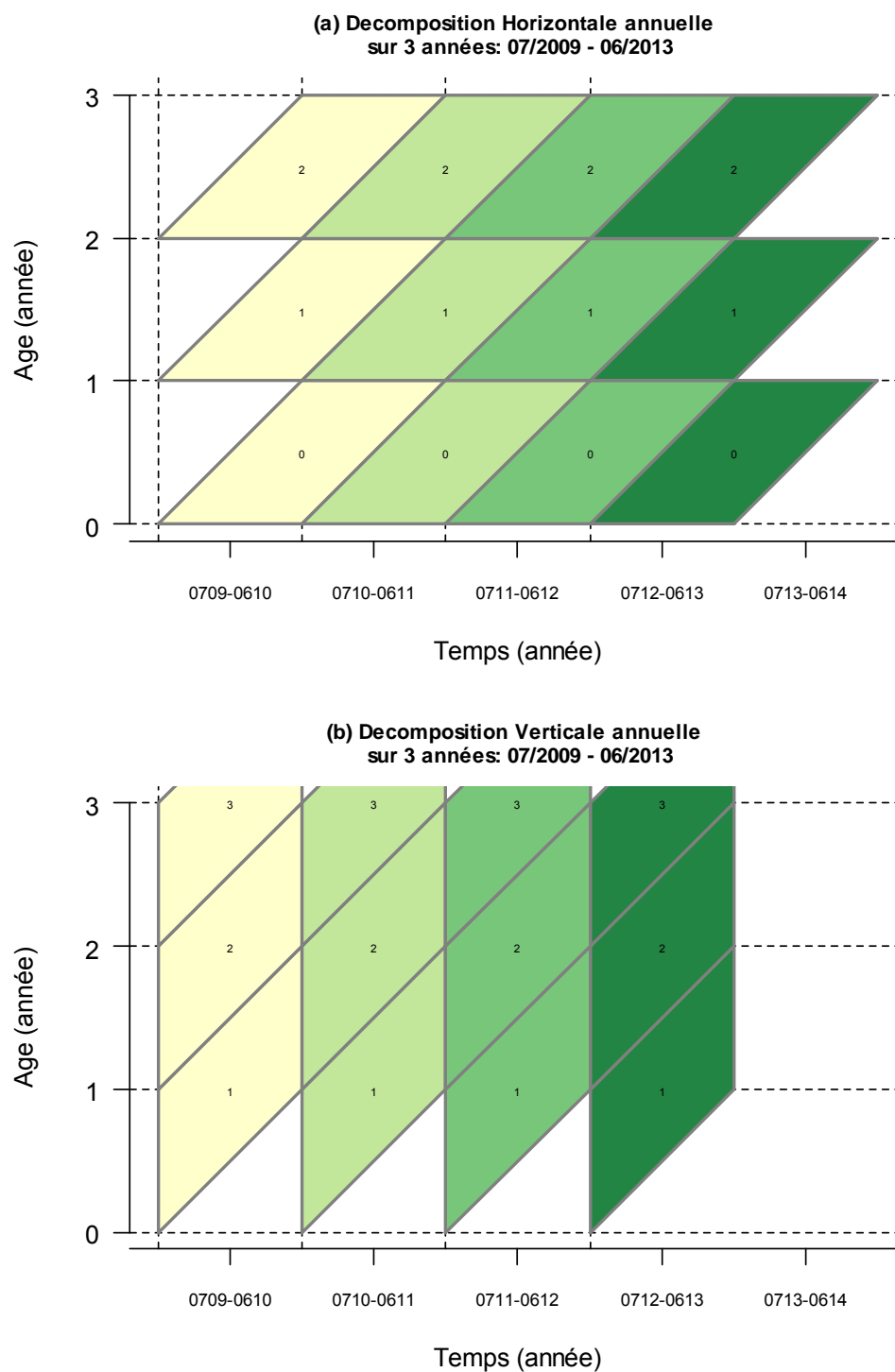


Figure 12 : Décomposition horizontale et verticale annuelle des cycles 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012, et 2012-2013 avec Laserdemog ;



## Decomposition horizontale mensuelle sur 4 années: 07/2009 - 06/2013

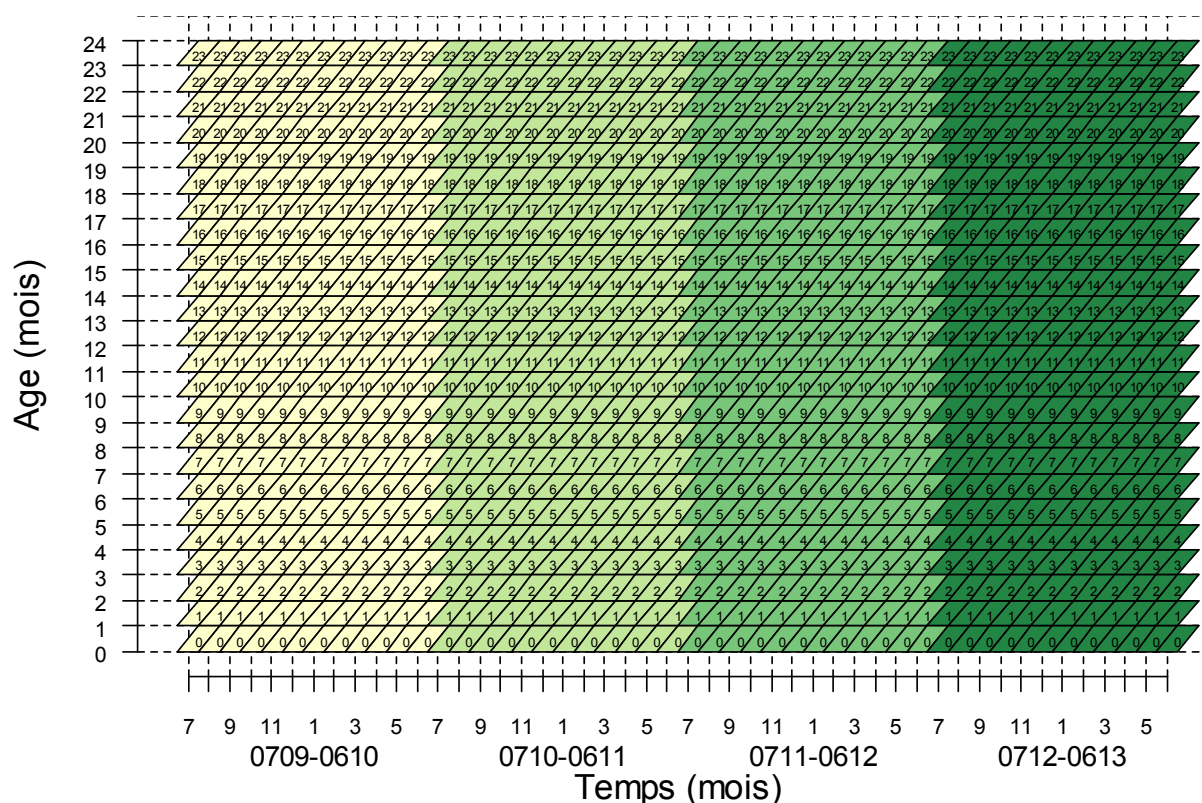


Figure 13 : Exemples de décompositions horizontales mensuelle engendrées par Laserdemog avec une date de démarrage du 1er cycle annuel = 01/07/2009,  $N=4$  cycles annuels (07/2009 – 06/2010, 07/2010 – 06/2011, 07/2011 – 06/2012 et 07/2012 – 06/2013),  $K=12$  phases ; pour faciliter la représentation graphique, les âges ont été tronqués au-delà de 24 mois ; d'après (Lesnoff et al., 2011).

### 2.2.1.3 Calcul des paramètres démographiques

Laserdemog permet le calcul de plusieurs paramètres démographique (Tableau 4).

#### Effectifs des troupeaux et pyramide des âges

La taille et la structure des troupeaux sont calculées à partir de la décomposition verticale. La taille moyenne des troupeaux et les effectifs par classe d'âge et par sexe dans la période d'étude sont obtenus par la somme des effectifs d'animaux présents en début de chaque phase annuelle.

#### Taux de mortalité

Pour chaque unité de décomposition UD, le risque (ou fréquence) instantané de mortalité  $h_{mort}$  est calculé en faisant le rapport entre le nombre total de cas de mortalité  $M$  dans UD et le temps total de présence  $T$  de ces animaux dans UD. Ce paramètre  $h_{mort}$  représente le nombre attendu de cas de mortalité par unité de temps. Si on exprime  $T$  en trimestre ou en année par exemple, on obtient un risque trimestriel ou annuel de mortalité, respectivement.

Tableau 4: Liste des paramètres démographiques estimés avec la méthode Laserdemog (d'après Lesnoff et al., 2011)

Paramètre	Définition	Fonction
<b>Effectifs</b>		
Effectif moyen du troupeau	Effectif moyen et répartition des troupeaux par classe d'effectif	size
Structure age*sexe de la population	Répartition des effectifs moyens par classe d'âge annuelle et pour chaque sexe (pyramide des âge)	stru
<b>Taux naturels</b>		
Taux de mise bas	Probabilité ou taux instantané qu'une femelle mette bas durant une période de temps	partur
Taux d'avortement	Probabilité ou taux instantané qu'une femelle avorte durant une période de temps (un avortement est une gestation qui n'a pas été à son terme, aboutissant à un produit non viable)	abort
Taux de prolificité	Effectif moyen de produits nés par mise bas (nés vivants ou mort-nés)	prolif
Taux de mortinatalité	Probabilité qu'un produit soit mort-né (la mortinatalité n'est pas comptabilisée dans la mortalité naturelle, qui concerne uniquement les produits nés vivants)	mortinat
Taux de femelles à la naissance	Probabilité qu'un produit né vivant soit une femelle	pfbirth
Taux de mort naturelle	Probabilité ou taux instantané qu'un animal décède de mort naturelle durant une période de temps (les abattages d'urgence, par exemple lors de maladie, ne sont pas considérés comme des morts naturelles)	exit
<b>Taux de gestion démographique</b>		
Taux d'exploitation	Probabilité ou taux instantané qu'un animal soit exploité (abattages, ventes, prêts, dons, etc.) durant une période de temps	exit
Taux d'importation	Probabilité ou taux instantané qu'un animal soit importé (achats, prêts, dons, etc.) durant une période de temps	entry

La probabilité annuelle de mortalité  $p_{mort}$  se déduit du risque instantané de mortalité par la formule :

$$p_{mort} = 1 - \exp(-h)$$

où  $h$  est exprimé en année<sup>-1</sup> (nombre d'année de présence des animaux dans UD) (Lesnoff et al., 2011). Ainsi calculée,  $P_{mort}$  donne la probabilité de « mortalité intrinsèque » c'est-à-dire la mortalité attendue si aucune autre cause différente de la mort naturelle, notamment l'exploitation, ne génère de sorties du troupeau. Cette hypothèse n'est toutefois réaliste qu'avec une décomposition fine des cycles annuels, en sous-période mensuelles par exemple (Lesnoff et al., 2011).

### Taux d'exploitation

Les taux d'exploitation sont calculés de la même manière que les taux de mortalité mais en dénombrant cette fois les cas d'exploitation (vente, abattage, réforme, don):  $h_{expl}$  est calculé en faisant le rapport entre le nombre total de cas de sorties pour vente, abattage, réforme et don dans UD et le temps total de présence de ces animaux dans UD (en année, si l'on souhaite avoir une fréquence ou une probabilité annuelle d'exploitation).

### Taux de mise bas

Les taux de mise bas sont calculés de la même manière que les taux de mortalité mais en dénombrant cette fois les cas de mise bas. Le taux annuel de mise bas,  $h_{mb}$ , est calculé en faisant le rapport entre le nombre total de mise bas dans UD et le temps total de présence des femelles dans UD (exprimé en année, si l'on souhaite avoir un taux de mise bas annuel). Le taux de mise bas donne ainsi le nombre moyen de mise bas attendu pour une femelle reproductrice par unité de temps considérée. Ce taux est généralement nul ou très bas pour les premières classes d'âge annuelles chez les bovins (femelles non reproductrice). Le taux est donc recalculé sur un effectif de femelles jugées aptes à se reproduire (ayant dépassé un âge donné par exemple).

Le taux mise bas calculé ainsi correspond à une estimation « brute » du taux de mise bas annuel des femelles d'une classe d'âge donnée. Cette méthode peut être sensible aux risques compétitifs (mort ou déstockage) lorsque la reproduction est saisonnée: par exemple si beaucoup de femelles sortent du cheptel avant le pic de mise bas, l'effectif  $M$  de mises bas observées dans l'année sera sous-estimé et l'estimation  $h_{mb} = M / T$  (où  $M$  représente le nombre total de mise bas et  $T$  le temps total de présence des femelles sur l'année) ne représentera pas le taux de mise bas réel des femelles. Pour limiter ce problème, on utilise une décomposition sur des périodes de temps (phases) courtes (mensuelles ou trimestrielles par ex), moins sensible au risque d'événements compétitifs. On calcule ainsi un taux de mise bas pour chacune des unités UD issues de cette décomposition fine, puis on reconstitue le taux de mise bas annuel en sommant les taux moyens calculés pour chacune des phases (Lesnoff et al., 2011). L'intervalle moyen entre mise bas peut également être estimé en calculant  $1 / h_{mb}$ .

#### 2.2.1.4 Modèles mis en œuvre pour comparer les taux

Pour analyser les facteurs de variation des taux de mise bas, des taux de mortalité ou d'exploitation, un modèle log-linéaire a été mis en œuvre (Lesnoff et al., 2002) :

$$\log\left(\frac{M_i}{T_i}\right) = x_i\beta$$

Où  $x_i$  représente un vecteur décrivant les variables explicatives considérées (i.e. une combinaison unique des modalités des différentes variables explicatives, notée  $i$ ),  $\beta$  un vecteur de coefficients associés aux variables explicatives,  $M_i$  et  $T_i$  le nombre attendu de cas de mortalité (ou d'exploitation ou de mise bas) et le temps total de présence (animal-année) pour chacune des combinaisons  $i$  des modalités des variables explicatives. L'équation peut aussi s'écrire:

$$\log(M_i) = x_i\beta + \log(T_i)$$

On considère  $\log(T_i)$  comme un "offset" (i.e. un paramètre connu et fixé) et on fait l'hypothèse que  $M_i$  suit une distribution de Poisson. Les observations effectuées dans un même élevage n'étant pas indépendantes, un modèle de type GEE (Generalized Estimating

Equation, Liang & Zeger 1986) a été utilisé. Ce modèle est une extension du modèle linéaire généralisé qui permet d'analyser des données corrélées.

## 2.2.2 Paramètres de croissance

Avec des pesées mensuelles, les animaux ne peuvent pas être tous pesés à des âges identiques. Or, la comparaison des poids d'animaux d'âge différent est délicate. Pour remédier à cette difficulté, on calcul des poids pour différents âges de référence ou âge-type. Les poids à âge-type 30, 90, 180 et 360 j sont estimés par interpolation ou extrapolation. L'estimation des poids à âge-types est obtenue par interpolation lorsque deux pesées encadrent l'âge type voulu, en appliquant la formule suivante :

$$Pat_i = P_n + [P_{n+1} - P_n] / [D_{n+1} - D_n] * [i - A_n]$$

- où  $i$  est l'âge-type du veau, égal à 10, 30, 90 jours ... ;
- $P_n, P_{n+1}, D_n$  et  $D_{n+1}$  représentent respectivement les poids et les dates aux visites de contrôle de croissance  $n$  et  $n+1$  ;
- $A_n$  est l'âge à la pesée  $n$  (avec  $A_n < i < A_{n+1}$ ).

Dans les cas où il ne peut y avoir interpolation, le calcul peut être réalisé par extrapolation inférieure (où  $i < A_n < A_{n+1}$ ) ou extrapolation supérieure (où  $A_n < A_{n+1} < i$ ). Le choix des limites appliquées dans les calculs des  $Pat_i$  par interpolation ou par extrapolation est fixé par le rythme des visites et donc des pesées :

- calcul de  $Pat_{30}$  par interpolation, avec un écart maximum entre les pesées ( $A_{n+1} - A_n$ )  $\leq 30$  jours, ou extrapolation inférieure, avec une limite ( $A_n - i$ )  $\leq 15$  jours ;
- calcul de  $Pat_{90}$  par interpolation, avec un écart maximum entre les pesées ( $A_{n+1} - A_n$ )  $\leq 30$  jours ou extrapolation supérieure, avec une limite ( $A_n - i$ ) ou ( $i - A_{n+1}$ )  $\leq 30$  jours ;
- calcul de  $Pat_{180}$  et  $Pat_{360}$  par interpolation, avec un écart maximum entre les pesées ( $A_{n+1} - A_n$ )  $\leq 60$  jours, ou par extrapolation inférieure ou supérieure, avec une limite ( $A_n - i$ ) ou ( $i - A_{n+1}$ )  $\leq 30$  jours.

L'ensemble des cas de figure est résumé dans le schéma suivant (Figure 14).

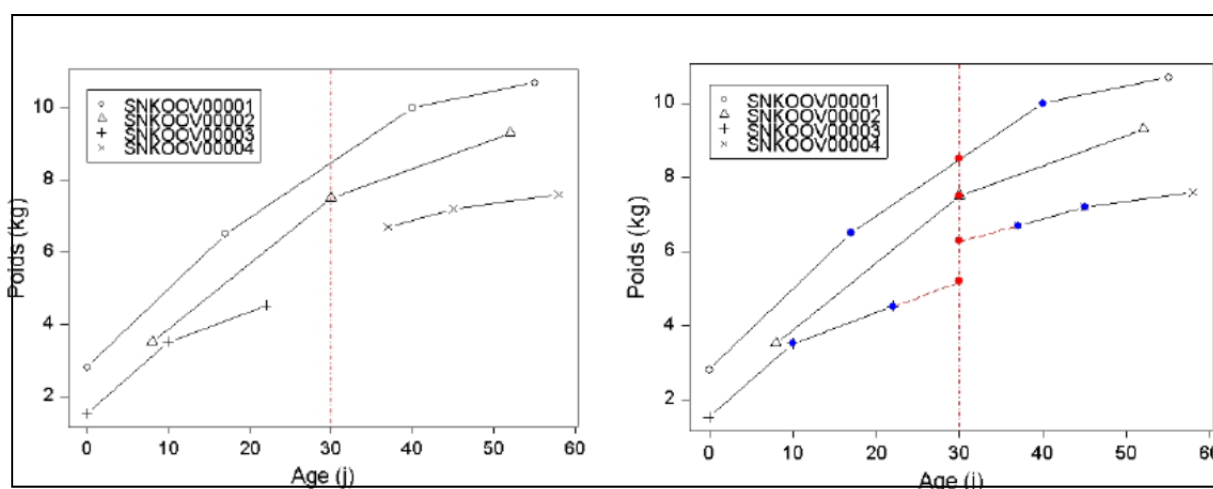


Figure 14 : Estimation des Poids à Age Type (ici PAT 30) à partir des pesées antérieures et/ou postérieures (d'après Lancelot et al, 2003)

### 2.2.3 Paramètres de production laitière

La production laitière individuelle sur 24 heures commercialisée est mesurée tous les jours au Lycée Professionnel Agricole de Coconi, sur toutes les femelles en lactation. Jusqu'à présent, en cas de mammite ou de traitement médicamenteux nécessitant l'écart de la production (respect du temps d'attente), les quantités produites ne sont pas enregistrées. Il faudra donc dans ce cas réaliser une interpolation pour le calcul de la production par lactation.

Dans les élevages commercialisant le lait (7), la production laitière individuelle est mesurée une fois par mois. Les mesures ne sont toutefois considérées comme fiables que depuis le 01/01/2012. Avant cette date, plusieurs biais possibles dans l'estimation de la production individuelle sur 24 heures ont été identifiés, comme la présence du veau qui prélève une part non négligeable de la production ou les prélèvements du bouvier pour sa consommation. Pour pallier à ces difficultés, un suivi spécifique de 5 éleveurs laitiers a démarré en 2012, en veillant au respect de certaines recommandations comme la mise à l'écart du veau et la traite totale sur 24 heures des 4 quartiers, ou *a minima* des 2 quartiers latéraux droits. Ce suivi permet de disposer de données aussi fiables qu'au lycée mais dans des situations d'élevage différentes.

La quantité totale de lait produite sur la durée de la lactation et sur une lactation théorique de 305 jours (ou la durée de la lactation réelle si celle-ci n'atteint pas 305 j) ont été calculés. La méthode retenue pour l'estimation de la quantité de lait produite par lactation est la méthode officielle (Fleischmann) du contrôle laitier (IDELE, 2001) : les quantités produites par une vache entre 2 contrôles successifs sont le produit de la moyenne des productions mesurées à ces contrôles par le nombre de jours qui séparent les deux dates. La production du vêlage au 1<sup>er</sup> contrôle est le produit de la production au 1<sup>er</sup> contrôle par l'intervalle en jours qui sépare le vêlage du 1<sup>er</sup> contrôle, plus un. La production entre le dernier contrôle et le tarissement (généralement inconnu) est le produit de la production au dernier contrôle par une durée forfaitaire de 14 jours. La production au pic  $P_{pic}$  est estimée par la plus élevée des productions contrôlées et la persistance de la lactation par :

$$(P_{pic} - P_{dc}) / (D_{dc} - D_{pic})$$

où  $P_{pic}$  et  $P_{dc}$  sont les productions au pic et au dernier contrôle,  $D_{pic}$  la date du contrôle présentant la production la plus élevée et  $D_{dc}$  la date du dernier contrôle.

## 2.3 Analyse des paramètres démographiques

### 2.3.1 Structure des troupeaux

L'inventaire des troupeaux n'a pas pu être effectué à une date unique, compte tenu du fait que le suivi a été arrêté chez les troupeaux de type traditionnel (élevant majoritairement des zébus) en 2011. Les effectifs des troupeaux recensés en 2009 et ayant arrêté le suivi en 2011 ont été évalués au 01/01/2011 ; les effectifs des troupeaux recensés en 2009 et des troupeaux recensés en 2012, toujours en suivi, ont été évalués au 01/01/2013.

La taille moyenne du cheptel bovin est égale à 12.4 têtes, pour l'ensemble des cheptels suivis depuis 2009 et à 15.3 têtes pour l'ensemble des cheptels en suivi au 01/01/2013 (en excluant les cheptels ayant arrêté le suivi). L'effectif des cheptels de type zébu recensés en 2012 est plus élevé que celui des cheptels de même type recensés en 2009. Les cheptels de type « croisé » et de type « zébu » en suivi au 01/01/2013 présentent un effectif moyen similaire (Tableau 5).

Tableau 5 : Effectifs des troupeaux étudiés dans le suivi technico-économique

Type troupeau	Suivi	Nb élevages	Moy	E.t.	Min.	1 <sup>er</sup> qu.	médiane	3 <sup>ème</sup> qu.	Max.
Croisé *	07/09-05/13	15	17.0	12.5	4.0	7.5	14.0	21.5	45.0
Zébu **	01/12-05/13	5	14.8	10.2	3.0	11.0	14.0	15.0	31.0
Zébu ***	07/09-01/11	19	8.2	3.5	3.0	5.5	8.0	11.5	14.0

\* inventaire évalué au 01/01/2013 (troupeaux recensés au 01/07/2009)

\*\* inventaire évalué au 01/01/2013 (troupeaux recensés au 01/01/2012)

\*\*\* inventaire évalué au 01/01/2011 (troupeaux recensés au 01/07/2009 et en arrêt de suivi en 2011)

Seuls 4 de ces cheptels ont un effectif de femelles de plus de 3 ans supérieur à 20 têtes (Figure 15).

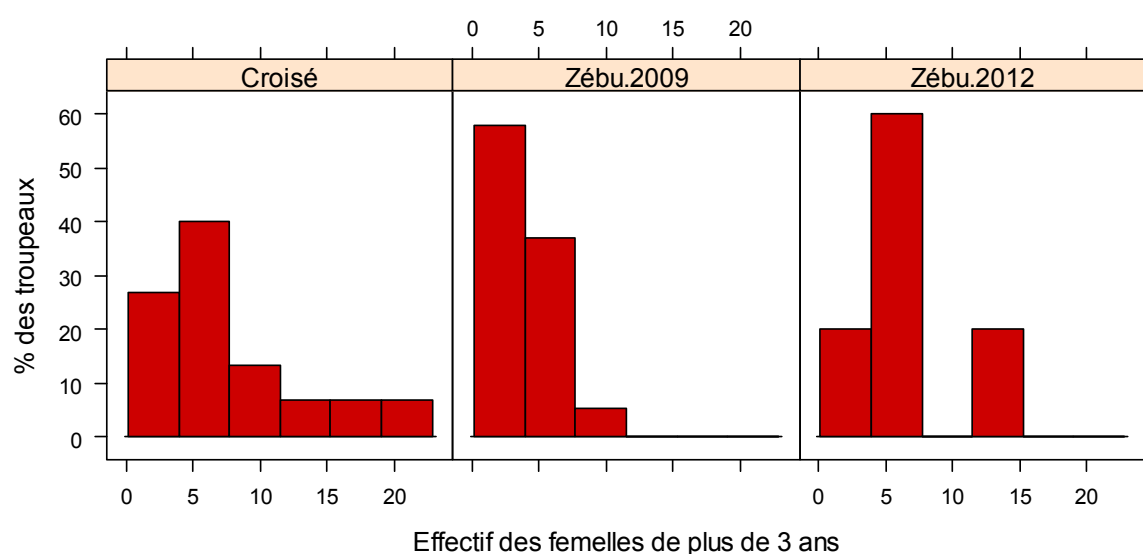


Figure 15 : Effectifs des troupeaux de femelles de plus de 3 ans ; les effectifs des troupeaux de zébus recensés en 2009 et ayant arrêté le suivi en 2011 ont été évalués au 01/01/2011 ; les effectifs des troupeaux de type croisé recensés en 2009 et les troupeaux de type zébu recensés en 2012 ont été évalués au 01/01/2013 ;

Les éleveurs recensés en 2012 ont été classés assez logiquement dans le groupe des éleveurs traditionnels de la typologie globale. Ces éleveurs n'ont pas été enquêtés car ils ont été recensés après les études ayant débouché sur les typologies structurelle et économique. Mais ils entretiennent majoritairement des zébus, d'où le choix du groupe de typologie qui leur a été attribué. Les éleveurs traditionnels disposent de cheptels plus modestes (9 bovins) mais la proportion des femelles de plus de 3 ans (par rapport à l'effectif total) est similaire dans 3 groupes d'éleveurs de la typologie globale (Tableau 6). L'effectif moyen du type de cheptel « croisé » n'a quasiment pas évolué sur la période de suivi alors qu'on constate une très légère hausse dans les groupes « zébu » (Figure 16).

Tableau 6 : Effectif du troupeau en fonction de la typologie globale des éleveurs

Typologie Globale	En voie d'intensification	Entre tradition et intensification	Traditionnels
Nombre d'élevages	10	8	21
Nombre de têtes N	19.4	11,9	9.3
% de femelles > 3 ans (/ N)	42.2	38.4	42.5

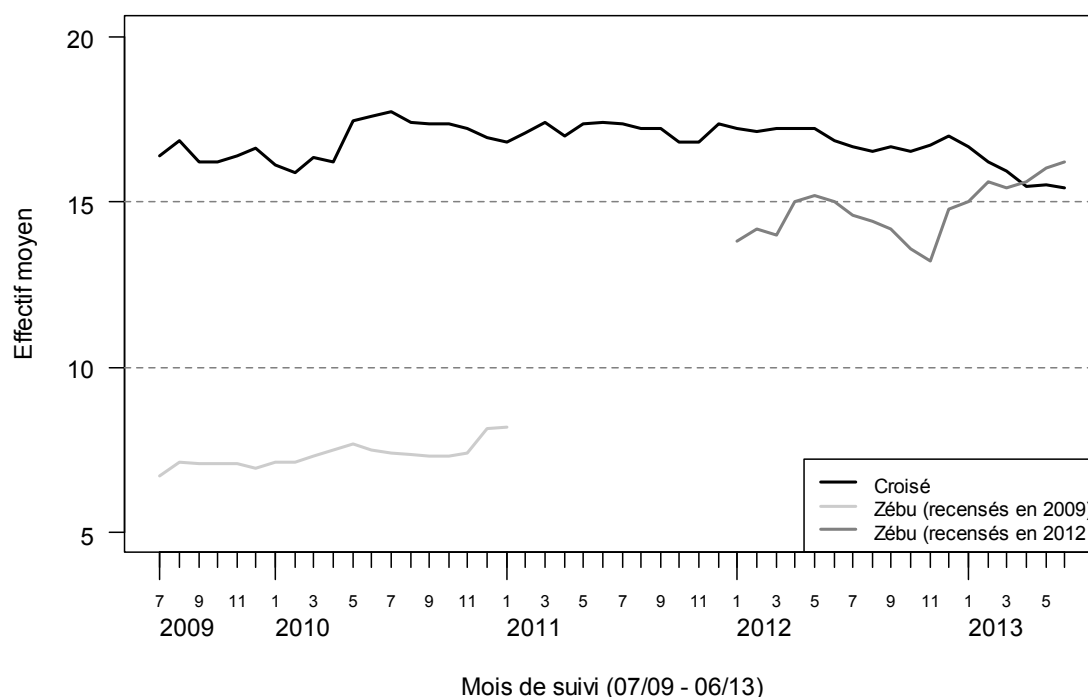


Figure 16 : évolution de l'effectif moyen des cheptels dans chaque type d'élevage.

La surreprésentation des élevages en voie d'intensification (par rapport à la proportion de ces élevages dans l'ensemble de la population des éleveurs bovins de l'île) est due à des aspects logistiques et à la nécessaire répartition de la charge de travail du suivi. Elle s'inscrit également dans les réflexions en cours sur le développement des productions endogènes (EGOM, CIOM...). Néanmoins, le suivi intègre des troupeaux de type traditionnel, ce qui permettra de caractériser leurs performances techniques et de les comparer à celles des éleveurs en voie d'intensification.

La répartition des effectifs par classe d'âge et par sexe (pyramide des âges) est obtenue (i) en calculant la somme des effectifs d'animaux présent au début de chaque mois (tous élevages confondus) sur la durée total de la période de suivi, puis (ii) en calculant dans cette somme la proportion d'animaux de chaque sexe et de chaque classe d'âge. La structure du troupeau par âge et par sexe obtenue est donc la structure moyenne sur la durée du suivi, c-à-d du 01/01/2012 au 31/10/2013 pour les troupeaux entretenant des zébus et du 01/07/2009 au 31/10/2013 pour les troupeaux entretenant des croisés. Les structures obtenues dans chaque type d'élevage permettent de dégager les observations suivantes (Figure 17) :

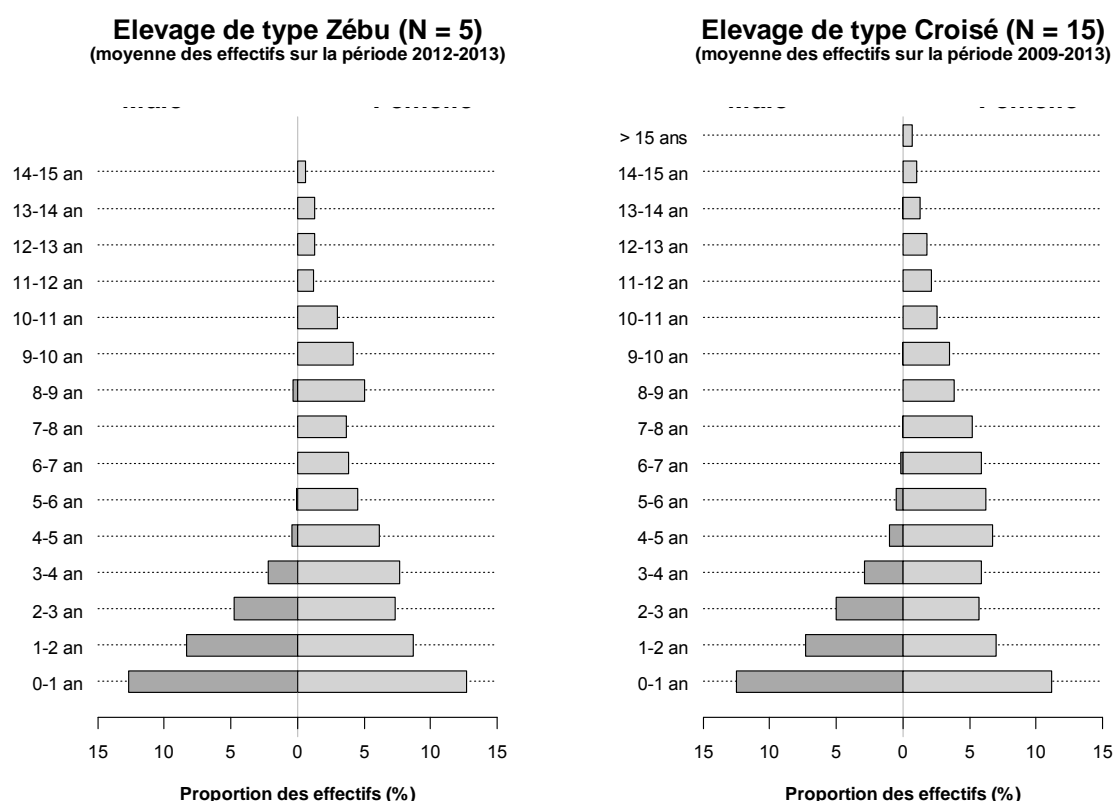


Figure 17 : Pyramide des âges des troupeaux entretenant majoritairement des animaux de type zébu ou de type croisé, en suivi LASER ; seuls les animaux présents au début de chaque mois sur la période de suivi sont pris en compte.

- L'exploitation dans la classe d'âge 1-2 an est élevée dans les 2 groupes avec une réduction des effectifs de 33% et 40%, dans élevages de type « zébu » et « croisé » respectivement, entre la classe d'âge 0-1 an et la classe 1-2 ans ; les éleveurs conservent très peu de mâles de plus de 5 ans sur leur exploitation ;
- les éleveurs entretenant des animaux de type croisé ont tendance à exploiter les jeunes femelles avant l'âge de 4 ans davantage que les éleveurs entretenant des animaux de type « zébu ». Les proportions de femelles de plus de 4 ans s'élèvent à 49% et 58% de l'effectif total des femelles, dans élevages de type « zébu » et « croisé », respectivement. Ce constat traduit la tendance des éleveurs entretenant des animaux croisés à conserver les femelles reproductrices en priorité.
- Dans les deux groupes, la réforme des animaux est tardive et la proportion des vaches de plus de 10 ans atteint en moyenne 10.4% et 13.3% de l'effectif total des femelles, pour les élevages de type zébu et croisé, respectivement).

Toutes ces caractéristiques sont autant d'éléments de réflexion à prendre en compte pour analyser les systèmes d'élevage à Mayotte. En effet, l'exploitation différentielle entre mâles et femelles et à différents âges sont à intégrer dans une réflexion globale sur le renouvellement du cheptel producteur et l'intensification des productions. Il pourrait être ainsi difficile pour des producteurs laitiers d'assurer la rentabilité de leur outils de production en exploitant trop largement l'effectif des femelles de renouvellement ou en conservant des laitières de plus de 10 ans.

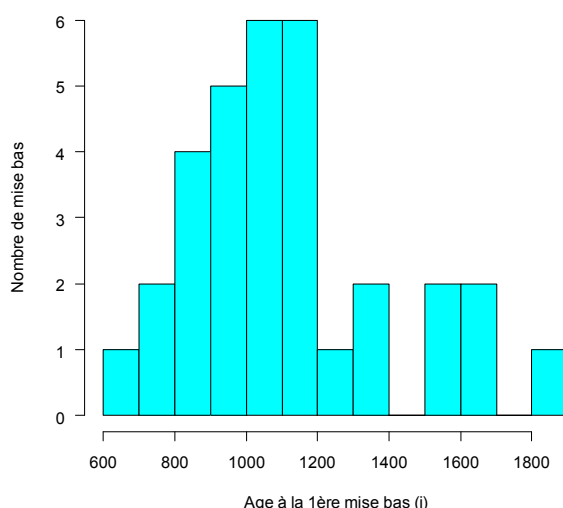


## 2.3.2 Paramètre de reproduction

### Age à la première mise bas

L'âge à la première mise bas est toujours difficile à estimer. Lors du recensement des animaux (première visite en élevage), la carrière des femelles déjà présentes est reconstituée à dire d'éleveur. Même si les éleveurs sont capables de remonter très loin dans le temps, l'enchaînement des mise-bas reste parfois incomplet, en particulier chez les femelles les plus âgées, et les dates de mise bas peu précises. L'identification et la date de la première mise bas ne sont évaluées avec précision que chez les animaux dont on a observé avec certitude la première mise bas durant le suivi, c'est-à-dire chez les femelles entrées en suivi avant l'âge de 2 ans ou nées après la date du démarrage du suivi.

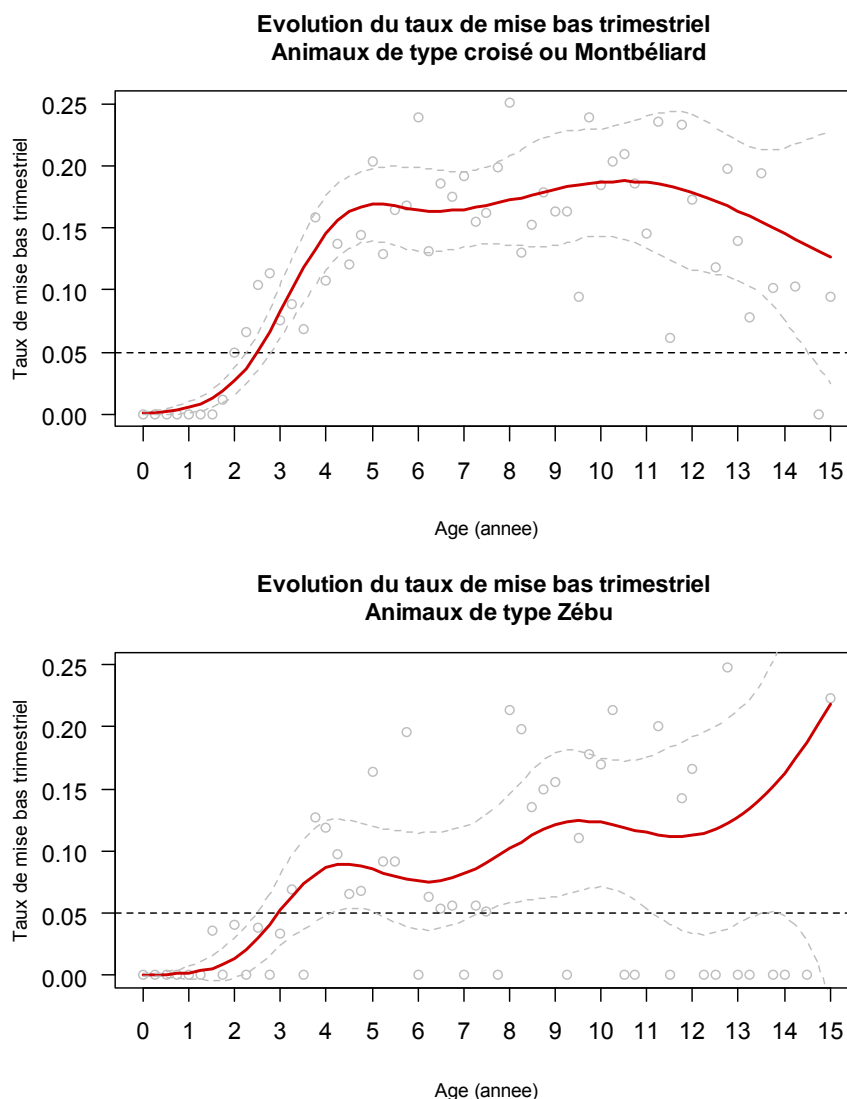
Chez les 15 éleveurs suivis depuis le 01/07/2009 et le 5 éleveurs de zébus suivis depuis le 01/01/2012, 60 mise-bas ont été observées sur des femelles entrées en suivi avant l'âge de 2 ans ou nées après la date du démarrage du suivi (sur 389 mise-bas observées au total sur la période de suivi), dont 39 mise bas de rang 1 (tous types génétiques confondus). L'âge moyen à la première mise bas s'élève chez ces 39 femelles à  $1079 \pm 273$  jours c-à-d un peu moins de 3 ans (Figure 18).



*Figure 18 : distribution de l'âge à la première mise bas, chez 39 femelles dont la première mise bas a été observée avec certitude (entrées en suivi avant l'âge de 2 ans ou nées après la date du démarrage du suivi)*

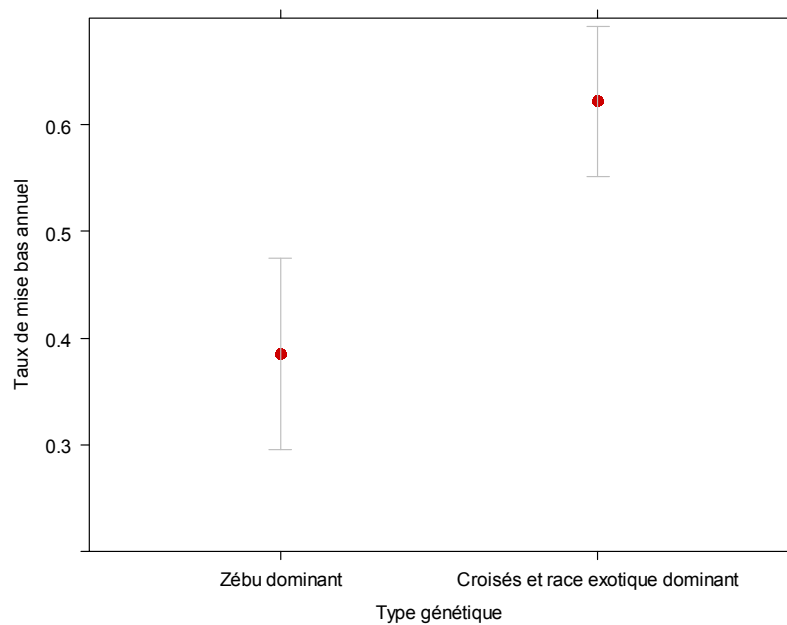
### Taux de mise bas

Pour déterminer l'âge d'entrée en reproduction, un taux de mise bas a été estimé pour chacun des trimestres de vie des femelles (Figure 19). Les femelles de type croisé ou Montbéliard commencent à mettre bas à partir de 2 ans et demi les femelles de type zébu à partir de 3 ans (taux de mise bas trimestriel seuil de 5%).

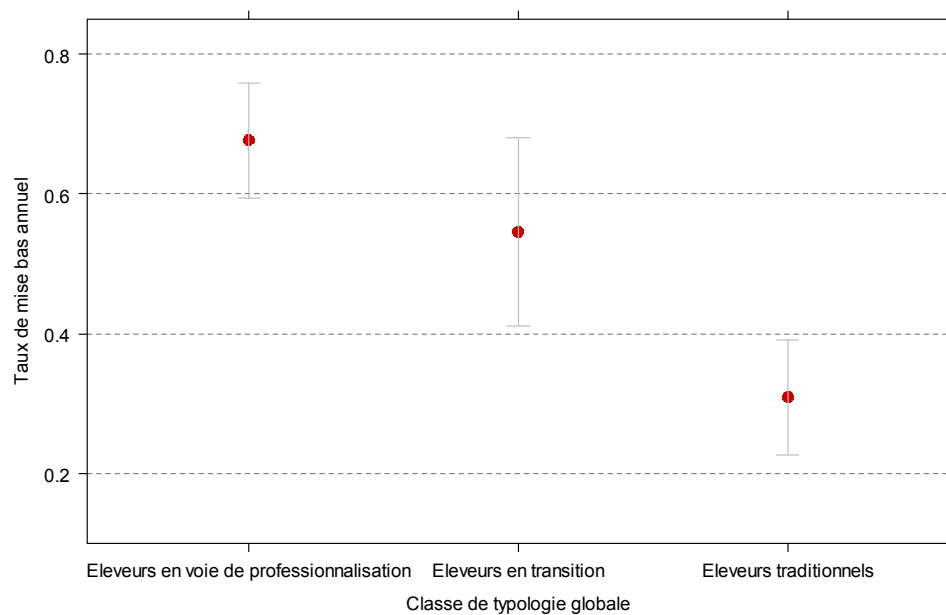


*Figure 19 : Evolution du taux de mise bas en fonction de l'âge des femelles, pour les animaux de type croisé ou Montbéliard et les animaux de type zébu ; le trait en rouge représente le lissage des taux de mise bas trimestriels obtenu à l'aide d'une fonction « splines »; les traits en pointillé gris indiquent l'intervalle de confiance du modèle de lissage à 95% ; le trait en pointillé noir matérialise un taux de mise bas trimestriel seuil de 5%*

Si l'on retient l'âge de 3 ans pour définir l'âge à partir duquel une femelle devient reproductrice, pour tous les types génétiques, le taux de mise bas annuel moyen est égal à 62.4% et 38.9%, pour les animaux de type croisé/Montbéliard et Zébu, respectivement. La différence entre ces taux de mise bas est significative ( $p < 0.001$ , Figure 20). Le taux de mise bas annuel global, tous types confondus, s'élève à 55.6% et correspond à une fréquence de vêlage voisine de 1 vêlage tous les 2 ans. Le taux de mise bas se stabilise à partir de 4 ans pour les animaux des 2 types génétiques. Les oscillations que l'on observe dans le taux de mise bas des femelles de type zébu après l'âge de 6 ans sont liées aux fluctuations des effectifs de femelles reproductrices. Le taux de mise bas moyen des élevages traditionnels (classe 3 de la typologie globale) est significativement plus bas (Figure 21,  $p < 0.001$ ) que ceux des 2 autres classes (non différents entre eux), du fait qu'ils entretiennent majoritairement des zébus.

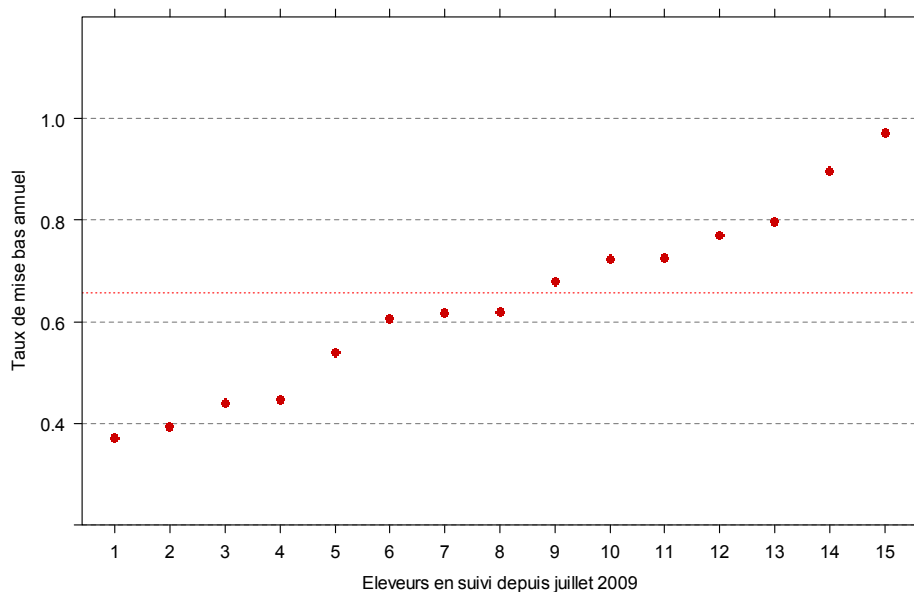


*Figure 20 : Taux de mise bas annuels moyen en fonction du type génétique dominant des femelles reproductrices; l'âge de l'entrée en reproduction est fixé à 3 ans ; les traits gris indiquent les intervalles de confiance – à 95% - des taux moyens ;*



*Figure 21 : Taux de mise bas en fonction des classes de la typologie globale*

La variabilité entre élevage est également très élevée (Figure 22). Cette variabilité du taux de mise bas entre les classes de la typologie globale ou entre élevages met en évidence l'influence prépondérante des pratiques d'élevage sur les performances de reproduction des troupeaux.



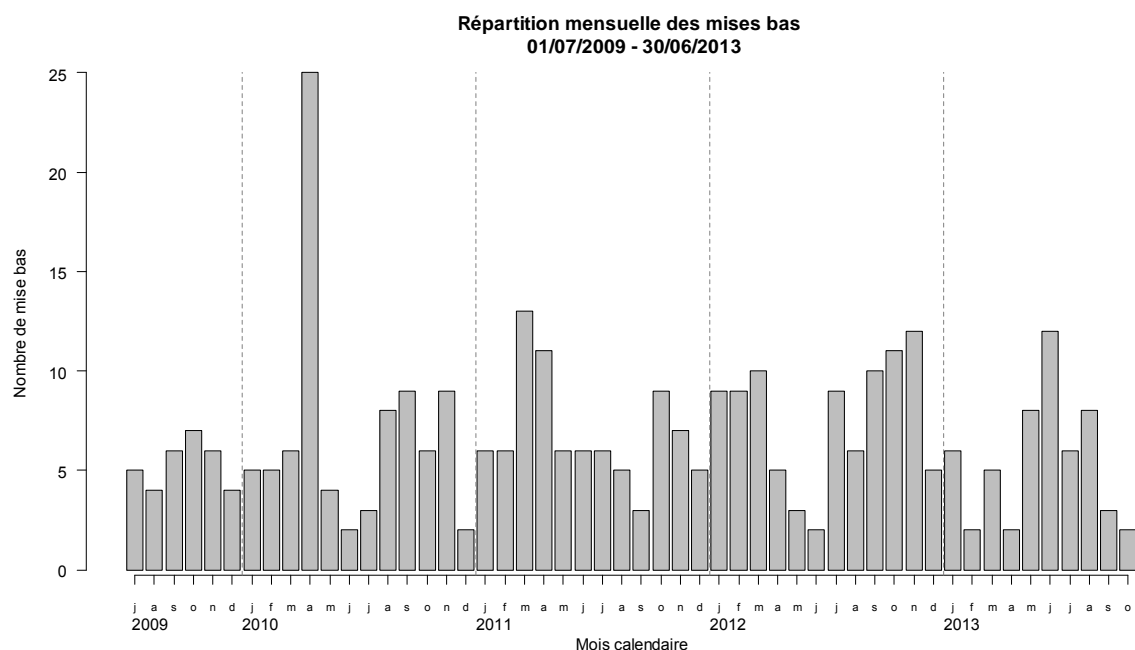
*Figure 22 : Taux de mise bas par élevage ; seuls les éleveurs en suivi depuis juillet 2009 ont été pris en compte (15) ; la ligne en pointillé rouge matérialise la moyenne (65.6%).*

### Répartition mensuelle des mise-bas

Afin de compléter les résultats sur les paramètres de reproduction, nous avons étudié la répartition mensuelle des mise-bas observées depuis le mois de juillet 2009. Le pic de mise-bas varie selon l'année et il n'est pas possible d'affirmer clairement l'existence d'une saison de mise bas. On observe un pic de naissances au mois d'avril 2010 (Figure 23). Ce pic est trop étroit pour être associé à une plus grande disponibilité de la ressource alimentaire au moment de la mise à la reproduction antérieure. Il est en fait le résultat d'une campagne d'insémination artificielle qui s'est déroulée 9 mois auparavant, sur une très courte période. Cette campagne a probablement été initiée dès l'arrivée des semences congelées, après une période de rupture de stock ayant retardée les mises à la reproduction. Dans ce contexte, le niveau limité du taux de mise bas moyen est à relativiser car il ne reflète pas uniquement l'aptitude physiologique des femelles à se reproduire. La répartition mensuelle des mise-bas est également fortement dépendante de la disponibilité des semences congelées et de la synchronisation des chaleurs (implants), régulièrement pratiquée dans le cadre de l'insémination artificielle.

La disponibilité limitée des semences congelées soulève le problème de la planification des campagnes d'insémination artificielle, qui doit selon nous prendre en compte plusieurs contraintes locales :

- La gestion du stock de paillettes reste délicate. Le réapprovisionnement régulier en paillettes dépend des disponibilités de trésorerie de l'organisme inséminateur; leur conservation dépend de la disponibilité en azote liquide et leur mise en place de la disponibilité du matériel et du personnel ;



*Figure 23 : répartition mensuelle des mises bas durant la période du suivi LASER (juillet 2009 à octobre 2013) ;*

- Le pic de naissance devrait coïncider avec une période favorable à la survie du veau et à la production laitière, c'est-à-dire à une période de forte disponibilité de la ressource alimentaire. Il semble également judicieux d'éviter de concentrer les naissances et les démarrages de lactation durant la période la plus chaude et humide (impact négatif du stress thermique sur la production, voir Figure 2);
- Paradoxalement, la demande en lait est maximale durant les mois de mai à aout (forte demande cérémonielle lors de la saison des mariages) et l'éleveur cherchera à obtenir un pic de production laitière durant cette période.

Au de ces résultats, il semble souhaitable d'initier une étude de type écopathologique sur les facteurs d'élevage et les facteurs environnementaux (climat, disponibilité des semences congelées) associés aux performances de reproduction des troupeaux. La prise en compte des données de la CAPAM sur les inséminations artificielles dans l'analyse permettrait également de distinguer les résultats de reproduction obtenus sur chaleurs naturelles (saillie naturelle) et sur chaleurs synchronisées (inséminations artificielles), et ainsi de mieux cerner les facteurs nutritionnels saisonniers potentiellement associés à l'infertilité.

## 2.3.3 Mortalité et santé animale

### 2.3.3.1 Effet du type génétique, sexe et classe d'âge

Trois facteurs de variation sont envisagés pour la mortalité :

- Le type génétique avec 2 modalités, (1) les animaux de type croisé ou Montbéliard et (2) les animaux de type Zébu ;
- Le Sexe, (1) les femelles et (2) les mâles
- La classe d'âge, avec 3 modalités, (1) : 0-1 an, (2) 2-3 ans et- (3) > 3 ans.

Pour chacune des variables, la première modalité est la modalité de référence.

La mortalité est explorée globalement, dans les classes d'âge précisées et plus spécifiquement dans la classe d'âge 0-1 an. Une décomposition en phases trimestrielle permet une exploration plus fine de la mortalité au cours de la 1<sup>ère</sup> année de vie, sur la période de suivi (Figure 24).

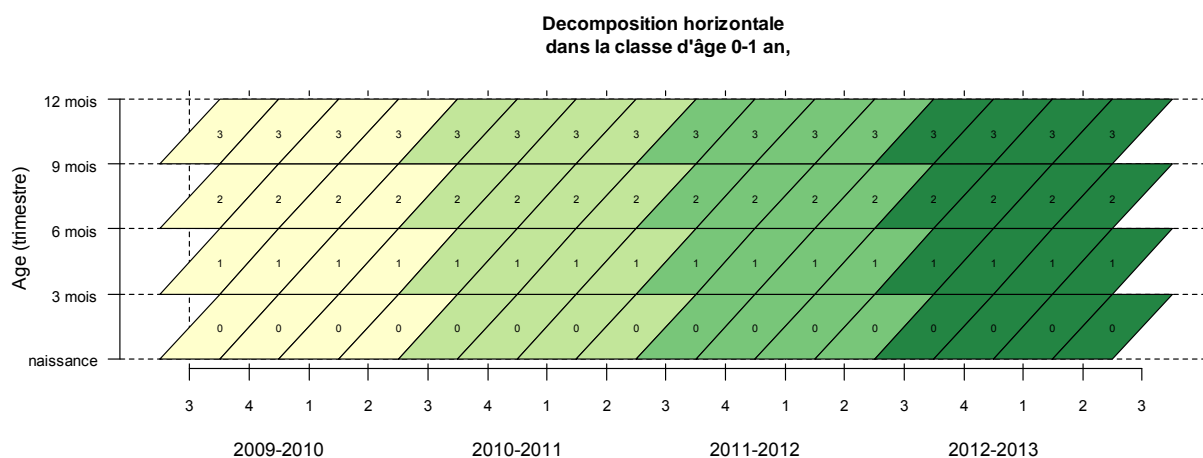


Figure 24 : décomposition horizontale trimestrielle engendrée par Lasermog avec une date de démarrage du 1<sup>er</sup> cycle annuel = 01/07/2009 (3<sup>ème</sup> trimestre 2009), N=4 cycles annuels (07/2009 – 06/2010, 07/2010 – 06/2011, 07/2011 – 06/2012 et 07/2012 – 06/2013), K=4 phases et limitée à la première classe d'âge annuelle (d'après (Lesnoff et al., 2011) ;

On observe un taux de mortalité significativement plus élevé dans la classe d'âge 0-1 an chez les animaux de type croisé/Montbéliard (par rapport aux 2 autres classes d'âge, Figure 25, Tableau 7). Chez les animaux de type Zébu, la différence entre la première classe d'âge et les suivantes est nettement moins claire, compte tenu de l'étendue de l'intervalle de confiance.

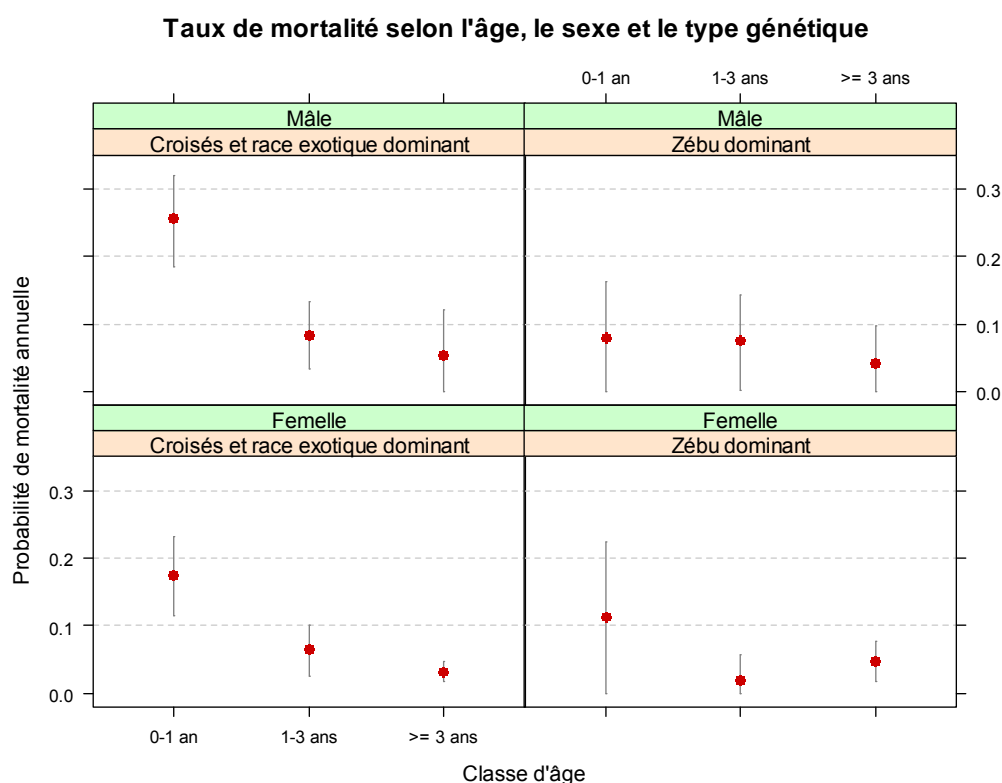


Figure 25 : Taux de mortalité observée par sexe, type génétique et classe d'âge ;

Le Tableau 7 synthétise l'ensemble des effets significatif sur la mortalité et donne pour chaque modalité les probabilités de mortalité prédites par le modèle statistique.

*Tableau 7: Tableau d'analyse de la mortalité ; modèle log-linéaire ; les valeurs prédites sont calculées en fixant l'ensemble des autres variables à 0 (soit le niveau de référence);*

Variabes explicative	Modalités	Coef.	E.S.	Valeur z	p.value	Valeurs prédites
Moyenne	0-1 an / croisé-montb. / Femelle	-1.614	0.223	-8.700	< 0.0001	0.181
Classe d'âge	0-1 an					0.181
	1-3 ans	-1.140	0.305	-2.703	0.00018	0.062
	> 3 ans	-1.782	0.349	-4.211	< 0.0001	0.033
Type génétique	Croisé/Montbéliard					0.181
	Zébu	-0.945	0.450	-1.827	0.03586	0.075
Sexe	Femelle					0.181
	Mâle	0.367	0.238	2.033	0.12353	0.250
Age x Type gén.	1-3 * Zébu	0.478	0.675	1.067	0.47894	0.039
	> 3 ans * Zébu	1.211	0.652	2.005	0.06306	0.043

L'examen de la répartition des cas de mortalité par classe d'âge et par cause ne permet pas d'identifier l'origine exacte de la mortalité dans la classe d'âge 0-1 an. En effet, pour cette classe d'âge, la cause de la mortalité est restée inconnue dans 66% des cas (Tableau 8).

Néanmoins, la maladie représente 58% des causes de mortalité connues. La première hypothèse que l'on peut avancer pour expliquer ce niveau de mortalité chez les jeunes animaux croisés ou de race exotique est une plus grande sensibilité de ces animaux aux hémoparasitoses (anaplasmose, babesiose).

*Tableau 8 : Répartition des cas de mortalité par classe d'âge et par cause, sur la période comprise entre le 01/07/2009 et le 28/02/2013 ;*

Classes d'âge	Abattage Maladie	Faiblesse	Accident	Maladie	Inconnu	Faim	Total
0-1 an	0	1	6	18	36	6	67
1-3 ans	0	0	4	11	10	0	25
> 3 ans	1	0	8	4	11	0	24

On n'observe toutefois aucune relation entre la séroprévalence intra-cheptel vis-à-vis de l'anaplasmose ou de la babesiose et la mortalité dans la classe d'âge 0-1 an (figure 23) sur l'exercice 2009 - 2010. Pour l'anaplasmose, on observe des niveaux de mortalité bas et élevés dans les troupeaux à séroprévalence nulle. A l'inverse, pour la babesiose, on observe des séroprévalences variant de 0 à 100% avec un taux de mortalité nul. Il serait souhaitable de reproduire le même type d'analyse pour la cowdriose, maladie connue pour entraîner des pertes importantes chez les animaux non immunisés.

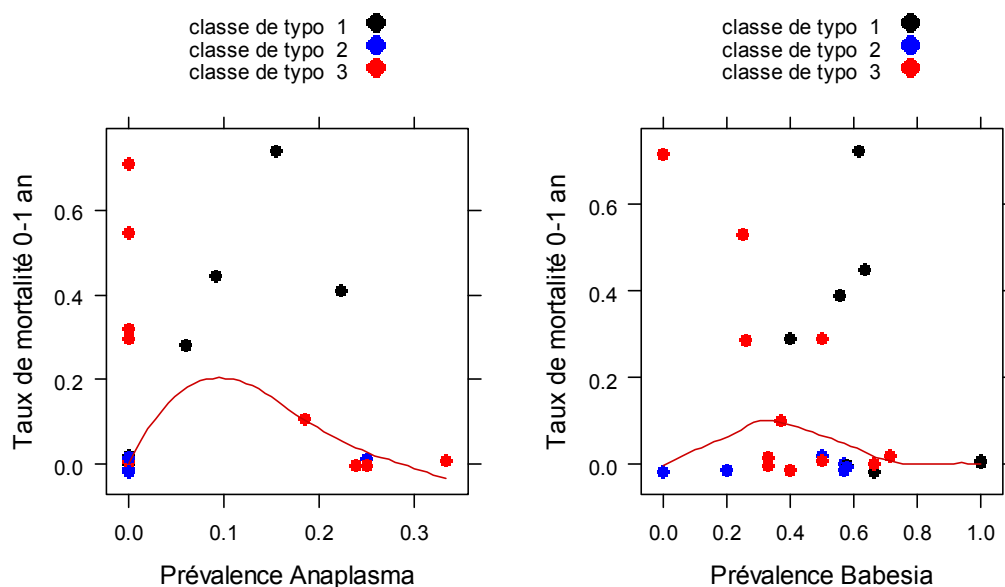


Figure 26 : Relation entre la prévalence vis des hémoparasitoses (anaplasmose, babesiose) et la mortalité dans la classe d'âge 0-1 an

La mortalité des veaux mâles de type croisé/Montbéliard est très élevée avant l'âge de 3 mois et modérée entre 3 et 6 mois, alors qu'elle est nulle pour les veaux de type zébu (figure 24). Chez les femelles de type croisé/Montbéliard, la probabilité trimestrielle de mortalité reste modérée, mais différente de 0 (figure 24).

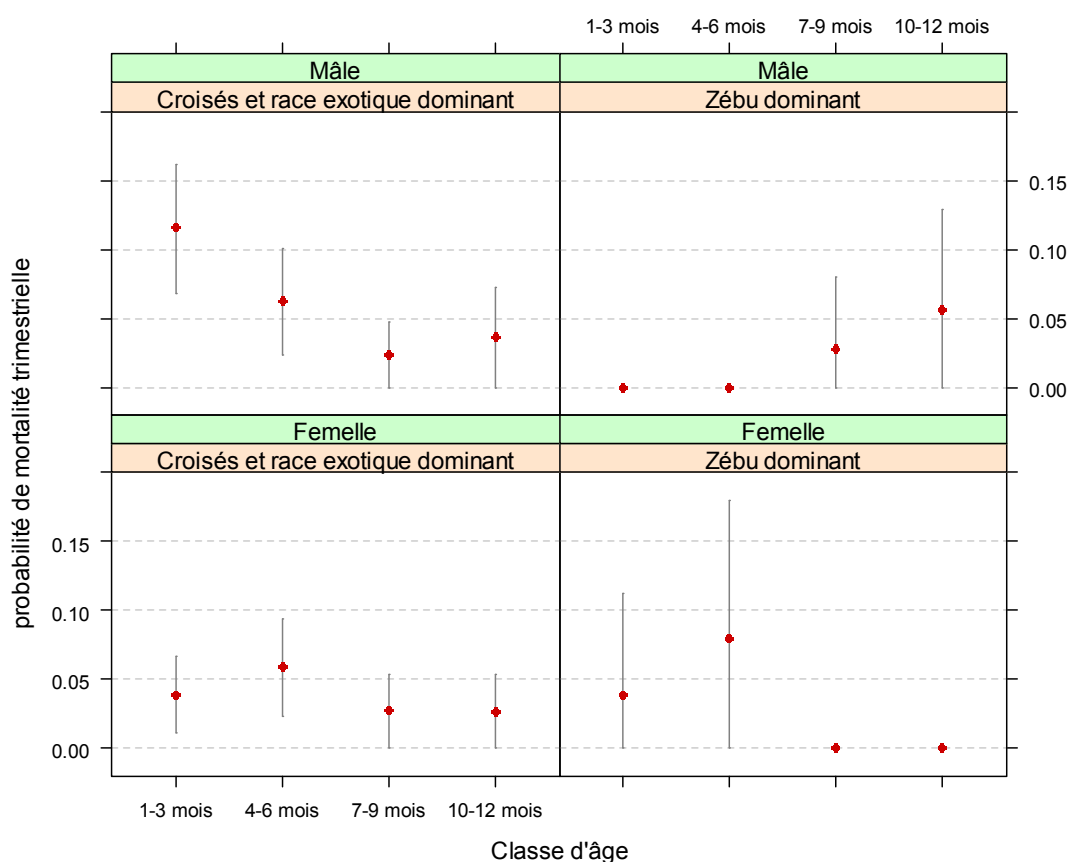


Figure 27: probabilité trimestrielle de la mortalité dans la classe d'âge 0-1 an ; variation par sexe et type génétique ;



Chez les femelles de type zébu, on observe également une probabilité trimestrielle de mortalité modérée, mais les intervalles de confiance très étendus (en raison du nombre limité de données pour ce type génétique avec une décomposition trimestrielle) ne permettent pas de conclure avec certitude (non significativement différents de 0). Comme l'indiquent ces résultats, le niveau de mortalité élevé avant l'âge de 6 mois chez les animaux améliorés pourrait être lié (1) soit à des modes de conditions d'élevage des jeunes veaux non parfaitement maîtrisées (alimentation, troubles sanitaires, stress thermique), notamment des jeunes veaux mâles, soit (2) à une plus grande résistance des veaux de type zébu au cours des 6 premiers de vie.

### 2.3.3.2 Effet de la saison

Aucun effet saisonnier significatif n'est observé dans la mortalité des femelles, tant de type croisé/Montbéliard que Zébu (figure 25). Chez les mâles, on observe une mortalité significativement plus élevée entre mars et mai chez les animaux de type croisé / Montbéliard et entre septembre et octobre chez les animaux de type Zébu. Ces pics et ces différences entre sexe restent toutefois difficiles à expliquer.

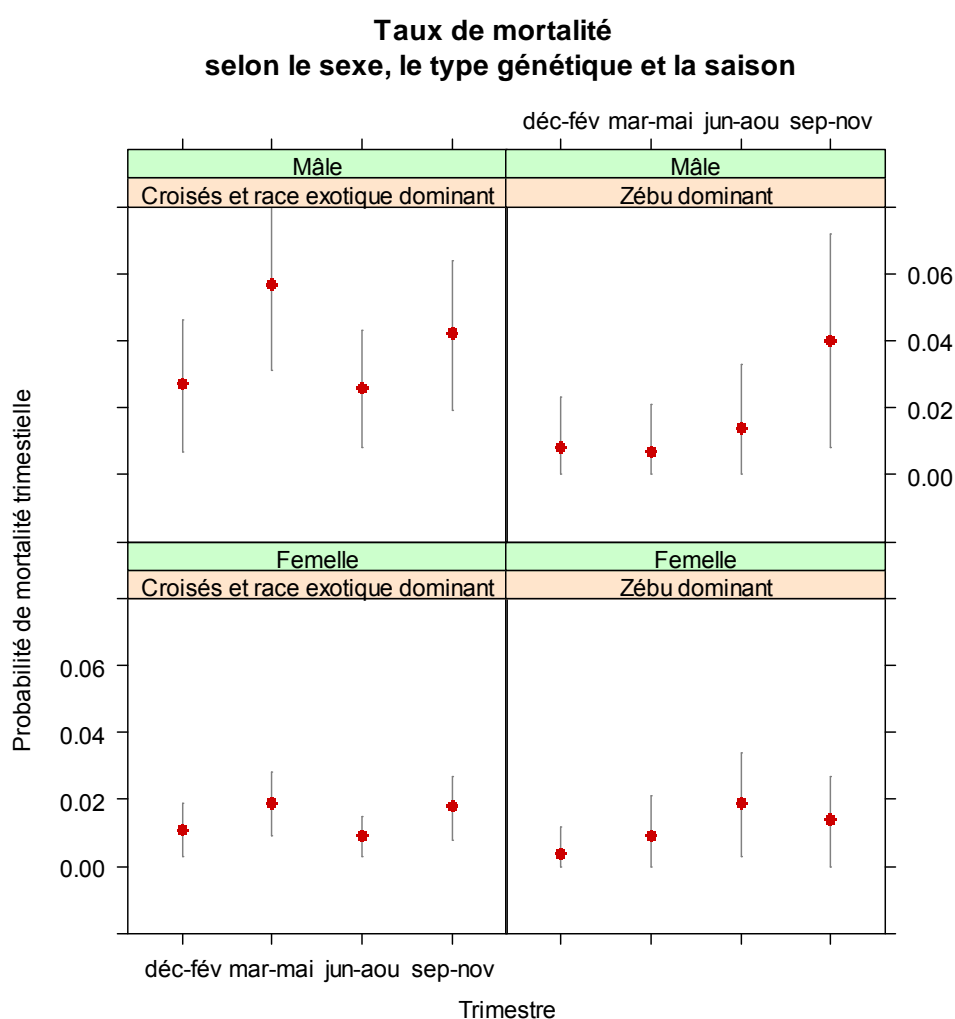


Figure 28: probabilité trimestrielle de la mortalité par saison, type génétique et sexe;

### 2.3.3.3 Effet élevage et classe de typologie

Il est également intéressant de constater que la mortalité des jeunes veaux de moins d'un an concerne l'ensemble des types d'élevage, en particulier les types « en voie de professionnalisation » et « en transition » (figure 26). La mortalité des jeunes veaux de moins d'un an dépasse 20% dans près de la moitié des élevages suivis (figure 27). L'existence d'une forte variabilité de la mortalité entre élevage et l'existence d'élevages présentant un niveau de mortalité très faible voire nul confirment le rôle important joué par les modes de conduite. La sensibilisation sur l'élevage du veau apparaît donc comme une nécessité pour l'ensemble des éleveurs de l'île, et pas uniquement les éleveurs adhérents en voie de professionnalisation.

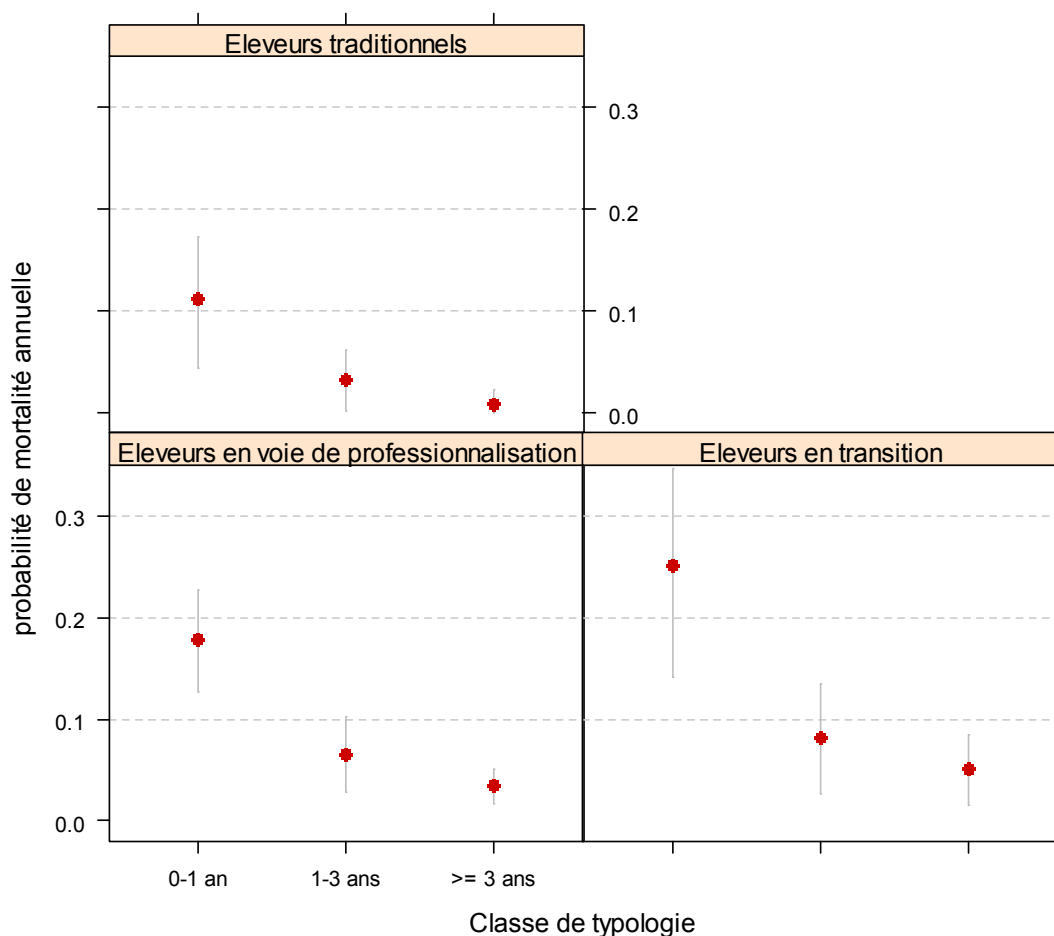
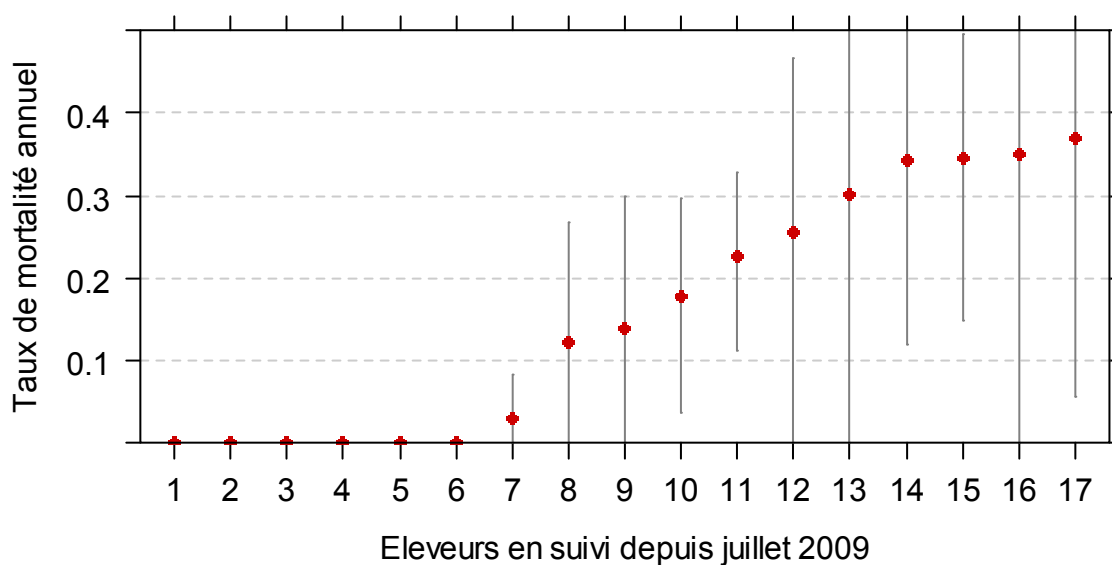


Figure 29 : Mortalité observée par classe d'âge chez les 3 types d'éleveurs de la typologie globale

Pour ces raisons, la CoopADEM a identifié l'élevage du veau de la naissance au sevrage comme une des limites majeures dans la conduite technique des élevages bovins et une des priorités dans la formation des éleveurs. Comme pour la reproduction, il serait souhaitable d'initier une étude de type écopathologique sur les facteurs d'élevage et les facteurs environnementaux (climat, pression parasitaire) associés à la mortalité dans les troupeaux.

### probabilité annuelle de mortalité par élevage dans la classe d'âge 0-1 an



### probabilité annuelle de mortalité par élevage

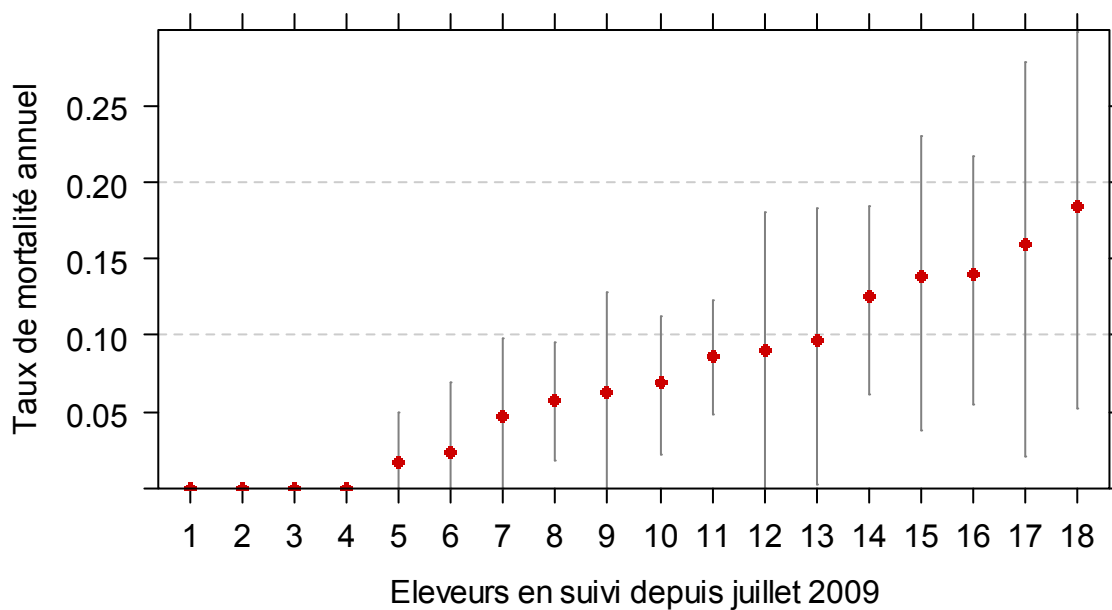


Figure 30 : Mortalité annuelle observée par élevage, toutes classes d'âge confondues et dans la classe d'âge 0-1 an.

## 2.4 Paramètres de croissance

### 2.4.1 Effet de l'âge, du sexe et du type génétique

Les adultes (de plus de 2 ans) ont été pesés à 3 reprises au cours de la première année de suivi. Les veaux sont pesés tous les mois jusqu'à l'âge de 2 ans. Le poids vif moyen de chaque catégorie d'animaux permettra d'estimer leurs besoins nutritionnels d'entretien lors du calcul des rations (tableau 10, figure 27).

*Tableau 9: Poids moyen (kg) des bovins par catégorie et par type génétique ; les effectifs sont précisés entre parenthèses*

	Zébu		Croisé		Montbéliarde	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Veau 1 mois	30 (14)	28 (12)	40 (63)	38 (63)	54 (13)	50 (14)
Veau 3 mois	48 (21)	45 (14)	59 (100)	59 (81)	90 (14)	80 (16)
Veau 6 mois	72 (26)	66(16)	97 (103)	94 (87)	136 (18)	127 (16)
Veau 12 mois	118 (26)	100 (16)	142 (68)	147 (62)	241 (12)	238 (7)
Jeune (2 ans)	201 (17)	154 (16)	262 (32)	213 (48)	463 (6)	381 (4)
Adulte (> 2 ans)	201 (72)	193 (208)	320 (39)	275 (307)	557 (6)	461 (44)

Les différences entre types génétiques sont très marquées, chez les mâles comme chez les femelles (figure 28). De manière surprenante, il n'y a aucune différence significative de poids entre les femelles et les mâles ( $p > 0.05$ ). Au-delà de ces différences, la figure 28 met en évidence une grande hétérogénéité dans les performances des animaux croisés, et cela malgré des effectifs relativement élevés dans chacune des classes d'âge. Cette hétérogénéité est en partie liée à la méconnaissance du type génétique des animaux étudiés, notamment la proportion de gènes exotiques dans les phénotypes croisés. En l'absence de généalogies, on ne peut faire mieux que de classer les animaux en 3 groupes, le groupe « Zébu » (sur la base de quelques caractéristiques phénotypiques), le groupe « Exotique » (restreint aux animaux importés et à leur descendance certifiée) et le groupe « croisé », qui regroupe tous les autres.

Les différences de croissance observées entre types génétiques pourraient être également en partie liées aux différences de conduite, dans la mesure où les animaux de race locale sont souvent conduits de manière moins "intensive" que les animaux croisés ou importés, ces derniers faisant l'objet de plus d'attention et de soins. Il semble toutefois qu'il faille accorder une part prépondérante aux effets génétiques pour expliquer ces différences. Les zébus présentent des niveaux de mortalité plus bas que les animaux de type croisé ou exotique. Ils semblent donc mieux adaptés aux milieux difficiles dans lesquels ils évoluent (climat, alimentation, risque sanitaire) depuis de nombreuses générations. On pourrait alors considérer le format plus réduit de ces animaux comme une adaptation au milieu. En effet, les populations homéothermes de ruminants présentes en régions chaudes ont tendance à être de plus petit format que celles des régions tempérées. L'amélioration du rapport surface/poids vif chez les animaux de petite taille leur permet ainsi de dissiper la chaleur plus efficacement (Mandonnet et al.2011).

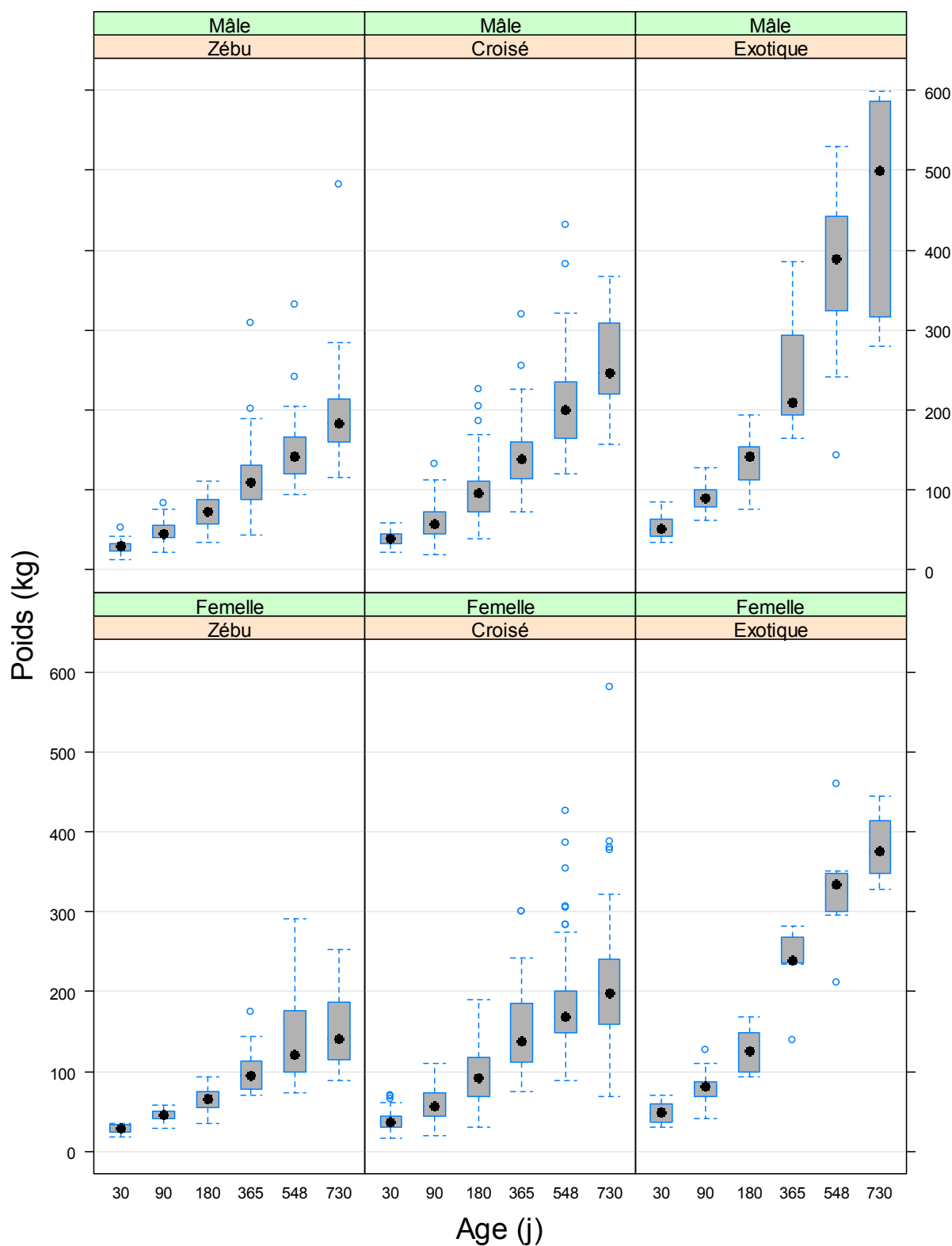


Figure 31: Poids à âge-type, en fonction du sexe et du type génétique dominant ; le point indique la médiane ; les limites inférieure et supérieure des boîtes indiquent les 1<sup>er</sup> (Q1) et 3<sup>ème</sup> (Q3) quartiles ; les « moustaches » en pointillés indiquent les valeurs égales à  $Q1 - 1.5 \times (Q3 - Q1)$  et  $Q3 + 1.5 \times (Q3 - Q1)$ .

## 2.4.2 Effet de la saison

La saison de naissance des veaux exerce un impact notable sur leur croissance : les poids à âge-type moyens, quel que soit l'âge-type, sont systématiquement plus bas lorsque les veaux sont nés entre décembre et février, en saison des pluies, en comparaison avec les autres trimestres de naissance (figure 29). Une différence significative ( $p < 0.05$ ) est observée entre les saisons de naissance « décembre-février » (où la moyenne des poids à âge-type est la plus basse) et « septembre-novembre » (où la moyenne des poids à âge-type est souvent la plus élevée) pour les poids à âge-type 90 j, 180 j (les femelles uniquement) et 1.5 année ( $p < 0.05$ ).

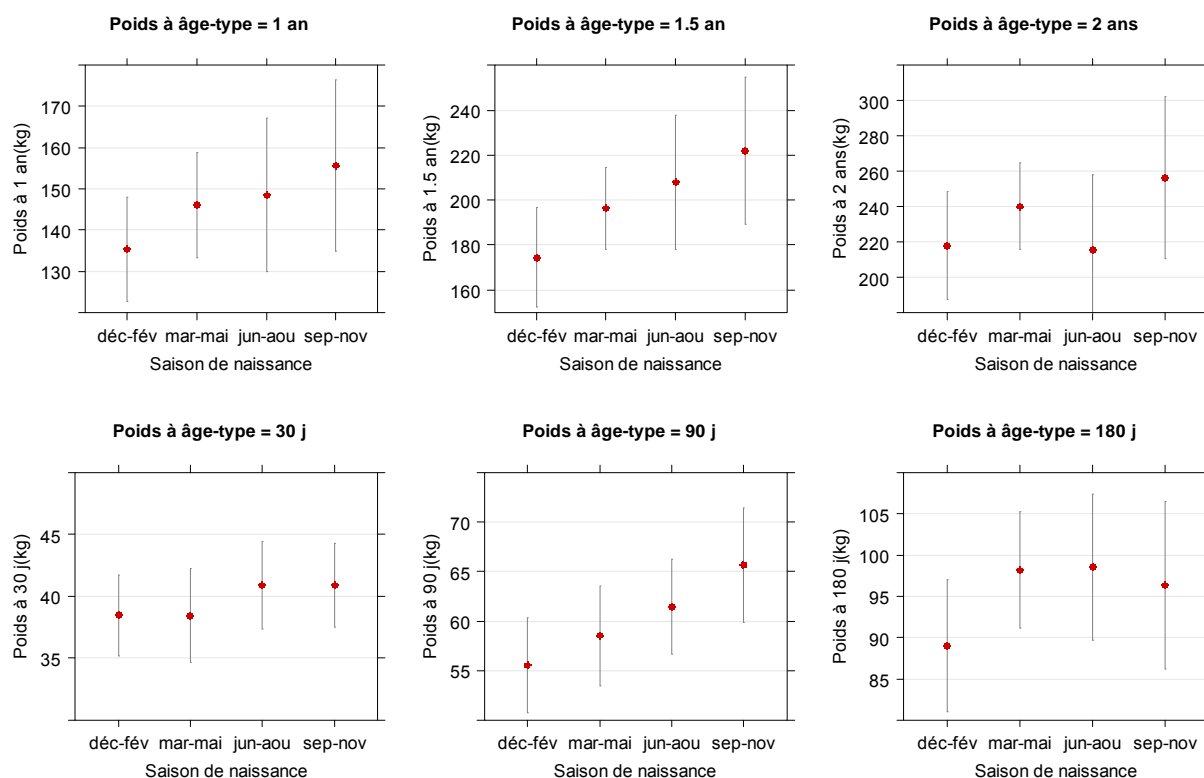


Figure 32: Poids à âge-type en fonction de la saison de naissance.

L'effet de la saison de naissance sur les différents stades de la croissance pourrait être lié aux conditions de fin de gestation ou de démarrage de la lactation, et leurs impacts sur le démarrage de la croissance des veaux sous la mère. La période décembre - février correspond à une période où les conditions climatiques sont les plus stressantes pour les animaux (température et humidité élevée). L'exposition au stress thermique se traduit par des changements comportementaux et physiologiques. Sur le plan comportemental, les ruminants réduisent la production de chaleur interne en limitant la durée quotidienne d'ingestion et la durée des déplacements (Coulon, 1984). Sur le plan physiologique, les températures élevées diminuent le niveau d'ingestion, augmentent le déficit énergétique (une partie de l'énergie ingérée est consacrée au refroidissement de l'animal) et entraînent, par cette voie métabolique indirecte, un effet négatif sur le niveau de production (Cavestany et al 1985, Berbigier 1988). Des conditions climatiques extrêmes peuvent également impacter les animaux indirectement, en favorisant les maladies infectieuses et parasitaires, en particulier pour les animaux exotiques et les animaux issus de croisement entre race locale et race exotique (Montbéliarde), qui à leur tour impactent négativement les performances zootechniques des animaux.

La période qui va de décembre à février, difficile sur le plan climatique, est au contraire une période favorable du point de vue de la disponibilité des ressources fourragères avec la reprise de la croissance des graminées. C'est donc moins la disponibilité ou la qualité des ressources alimentaires que les effets directs et indirects du stress thermique qu'il faut considérer pour comprendre les déficits de croissance chez les animaux nés en saison des pluies. Le fait de retrouver un niveau de poids à âge-type bas pour des naissances ayant lieu entre décembre et février quel que soit l'âge-type considéré montre qu'un défaut de croissance acquis en bas âge se rattrape difficilement ultérieurement. De la même manière, l'effet bénéfique d'une saison de naissance en septembre-novembre » pourrait s'expliquer par des conditions climatiques plus favorables, alors même que les disponibilités en ressources fourragères déclinent.

L'examen des croissances individuelles entre la naissance et l'âge d'un an (figure 30) confirme l'absence de différence entre sexes, l'existence d'un effet « type génétique » marqué, des croissances réduites pour les animaux nés durant la période décembre-février et une grande variabilité inter-élevage.

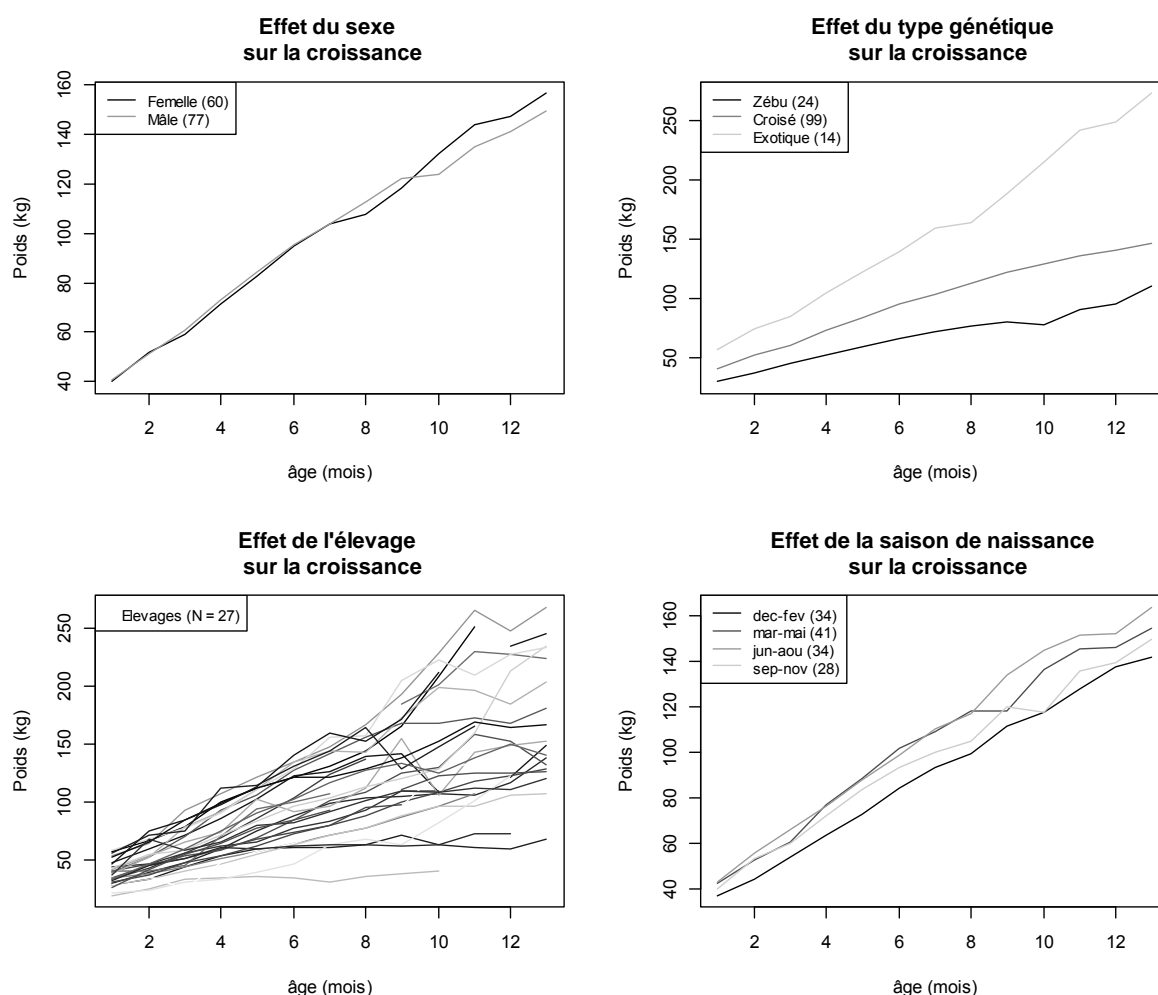


Figure 33: Croissance pondérale des animaux entre la naissance et l'âge d'un an ; en fonction du sexe, du type génétique, de l'élevage et de la saison de naissance.

Comme cela avait déjà été relevé pour la reproduction, la variabilité inter-élevage traduit l'impact prépondérant des pratiques d'élevage sur les performances de croissance. Des investigations complémentaires seront ainsi nécessaires (i) pour analyser comment et à quel degré les conditions climatiques impactent les performances de croissance des jeunes et la

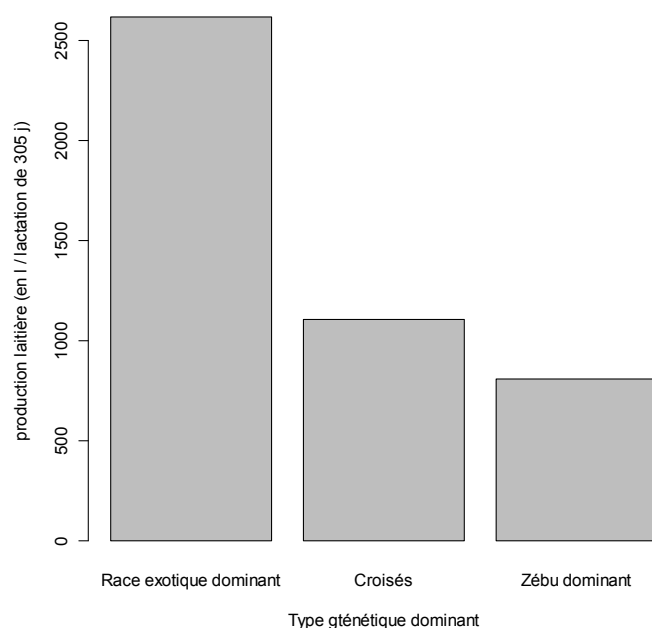
production laitière des mères, (ii) identifier les modes de conduite qui impactent le plus les performances zootechniques des troupeaux et (iii) formuler des recommandations définitives sur la saison à privilégier pour les naissances et les bonnes pratiques à mettre en œuvre pour optimiser les performances. On voit néanmoins d’ores et déjà les avantages d’une analyse croisant les différents indicateurs zootechniques (croissance, reproduction, démographie...).

## 2.5 Production laitière

Nous envisagerons successivement les données de production enregistrées en élevage, puis celles enregistrées à la ferme d’application du LPA.

### 2.5.1 Données enregistrées en élevage (hors LPA)

L’examen de l’évolution moyenne de la production montre de nettes différences entre type génétique (figure 31). Sans surprise, on constate que les animaux disposant d’un patrimoine génétique à dominante exotique produisent deux fois plus de lait que les espèces croisées.



*Figure 34 : niveaux de production laitière par lactation de référence (305j) en fonction du type génétique, observés sur les animaux du LPA ;*

Dans les élevages de type traditionnel, majoritairement composés d’animaux de race zébus, la traite reste peu pratiquée et la durée de lactation est courte (280 j). On constate également que certains animaux sont traités à un stade de lactation avancé, bien au-delà des 300 jours de lactation. Cette pratique pourrait être liée à une remise à la reproduction tardive après vêlage, pour des raisons physiologiques dépendant de l’animal ou techniques dépendant de l’éleveur ou de son environnement. On aboutit dans ce cas à une réduction de la rentabilité de l’outil de production dans la mesure où des queues de lactation se substituent à des débuts de lactation beaucoup plus productifs.



L'examen des niveaux de production par lactation de référence de 305 jours confirme la supériorité des races améliorées. Ces résultats obtenus en élevage doivent néanmoins être considérés avec prudence. En effet, plusieurs biais possibles dans l'estimation de la production individuelle sur 24 heures ont été identifiés, comme la présence du veau qui prélève une part non négligeable de la production ou les prélèvements du bouvier pour sa consommation. Pour pallier à ces difficultés, un suivi spécifique de 5 éleveurs laitiers a démarré en janvier 2012 (mis à l'écart du veau, traite totale des femelles). Ce suivi permettra de disposer de données aussi fiables qu'au lycée mais dans des situations d'élevage différentes.

## 2.5.2 Données du LPA

### 2.5.2.1 Effet du type génétique

Les données ont porté sur 20 femelles en lactation et 63 lactations. L'évolution moyenne des productions journalières a été établie pour 6 types génétiques différents (figure 32). Ces résultats confirment ceux obtenus en élevage et montrent la supériorité des croisements zébu x race exotique (en F1), qui extériorisent des performances comparables à celles des animaux exotiques de sang pur. Les animaux issus de croisement F1 x zébu extériorisent également un niveau de production au pic intéressant (voisin de 10 kg), mais avec une persistance réduite.

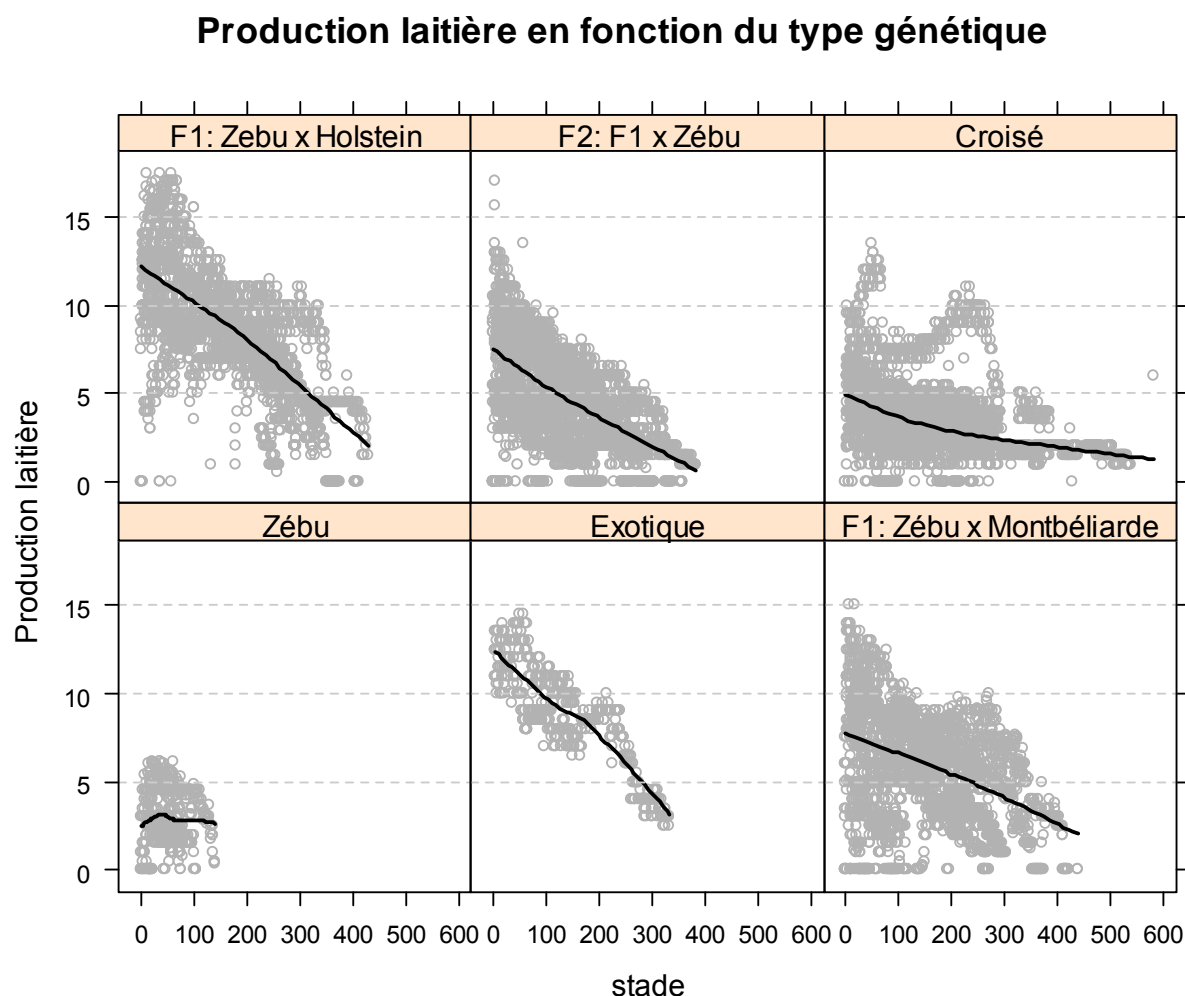


Figure 35 : évolution de la production laitière en fonction des 6 types génétiques présents au LPA entre 2005 et 2012

La variabilité intra type génétique est élevée, quel que soit le type, et pourrait avoir pour origines, soit l'hétérogénéité des types tels qu'ils sont pris en compte dans la base de données, soit la variabilité des conditions de milieu i.e. des modes de conduite des éleveurs. L'examen des niveaux de production par lactation de référence de 305 jours confirme la supériorité des animaux d'origine exotique et des animaux issus de croisement zébu x race exotique (figure 33). Au final, ce sont les animaux issus de croisements entre Zébu et Holstein qui montrent les niveaux de production par lactation et au pic les plus élevés.

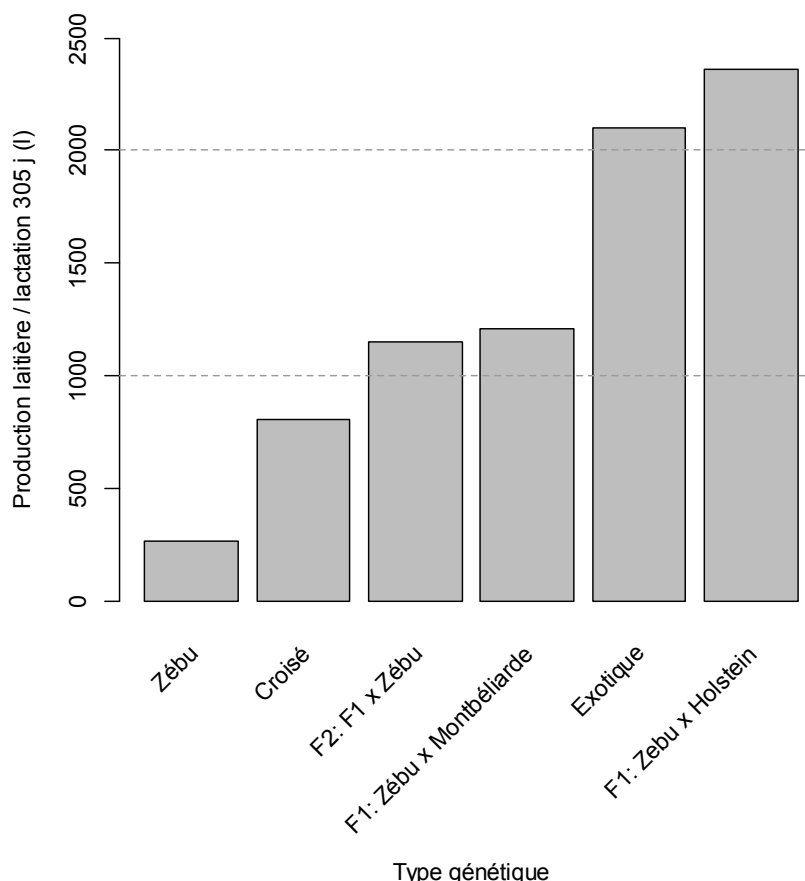


Figure 36 : Production totale de lait par lactation et par animal

Ces résultats mettent en avant l'intérêt d'un schéma d'amélioration génétique des performances des bovins laitiers basé sur des croisements terminaux. Dans ce type de croisement, les animaux métis F1 Zébu x Montbéliard ne sont pas utilisés pour le renouvellement des troupeaux (les veaux sont engraisés et envoyés à la boucherie, et les vaches laitières sont exclusivement des femelles F1). Ces résultats permettront également de quantifier le potentiel de chaque type génétique et de montrer à l'éleveur les objectifs de production qu'il pourrait atteindre et bien sur les apports financiers que peuvent représenter ces lactations (selon le prix du lait chez l'éleveur).

#### 2.5.2.2 Effet de la saison

On observe une baisse de la production laitière chaque année, durant deux périodes distinctes (figure 34), février-avril, et août-octobre. La première période correspond à une période de stress thermique et la seconde à une période de faible disponibilité de la ressource herbagère. Ces périodes ne sont pas associées à une diminution de la fréquence des naissances.

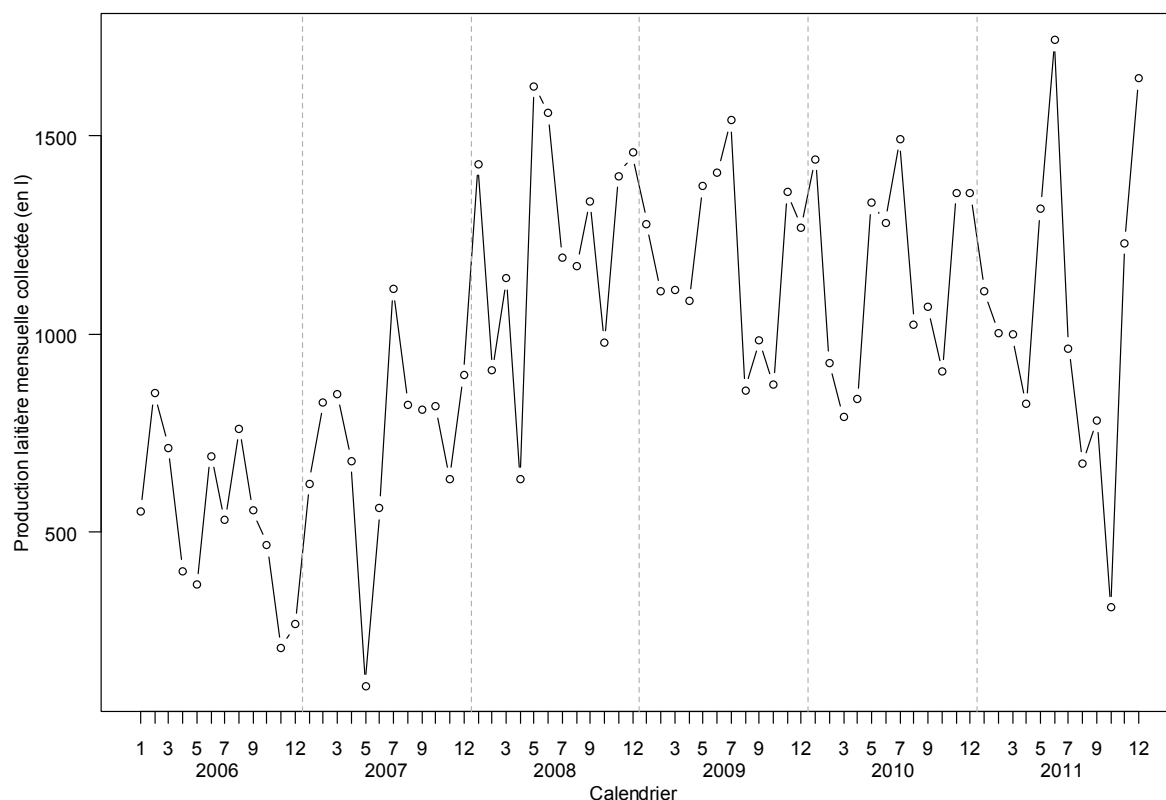


Figure 37: Variation mensuelle de la production totale collectée ; données de la ferme d'application du LPA ;

On met donc en évidence un impact négatif des contraintes thermiques et des contraintes alimentaires sur la production laitière. On peut donc formuler une première recommandation : faire coïncider le premier tiers de lactation (groupage des naissances) avec les périodes avril-juillet et octobre-janvier afin d'assurer aux vaches en lactation les meilleures conditions environnementales et alimentaires lors des périodes de production maximale. Les avantages sont également d'ordre économique car la période avril-juillet est une période de l'année durant laquelle la demande en lait est maximale (saison des mariages). Un calage du premier tiers de la lactation sur la seconde période favorable à la production laitière, octobre-janvier, pourrait être également très intéressant dans le cadre d'une diversification des débouchés commerciaux, vers une clientèle citadine, et pour une consommation régulière ou à l'occasion des fêtes de fin d'année. Encore faudra-t-il démontrer que cette évolution mensuelle est la même en élevage.

## 2.6 Exploitation des animaux

### 2.6.1 Effet du type génétique, du sexe et du type d'élevage

L'exploitation correspond aux sorties d'animaux pour d'autres raisons que la mort (abattage y compris les abattages d'urgence, vente, don ...). Compte tenu des interrogations que suscite l'exploitation différentielle des animaux selon leur type génétique, il nous a paru pertinent d'étudier les taux d'exploitation en fonction des types génétiques dominants et du sexe des animaux (figure 35). L'exploitation des animaux de race zébu est différente selon le sexe. Les femelles sont exploitées précocement avant l'âge de 2 ans. Les mâles, au contraire, sont exploités plus tardivement, à partir de l'âge d'un an. Les différences d'exploitation entre sexe sont moins marquées chez les animaux de type croisé/exotique dominant.

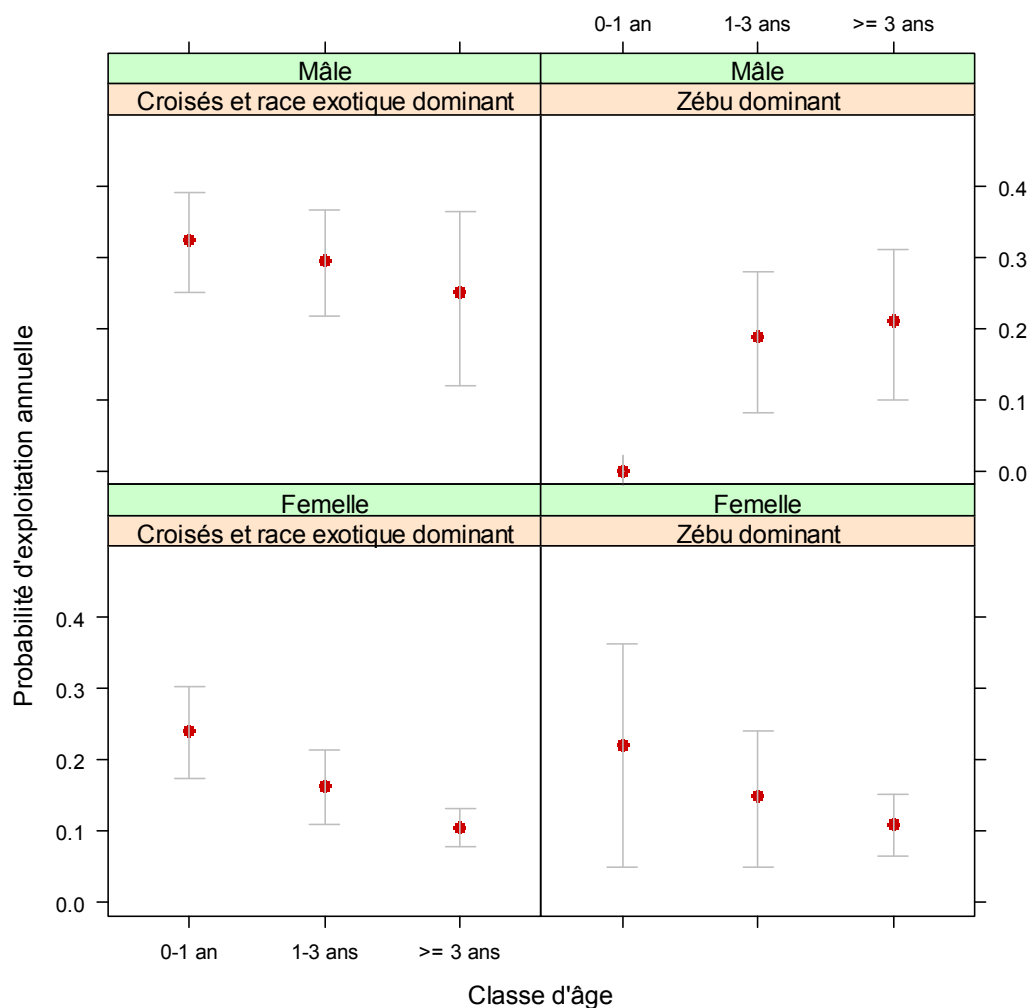


Figure 38 : Taux d'exploitation des bovins en fonction de leur sexe et du type génétique

On note chez les mâles une exploitation importante, et qui se maintient à un niveau élevé (> 25%). Chez les femelles, ce sont surtout les animaux de la classe d'âge 0-1 an et dans une moindre mesure ceux de la classe d'âge 1-2 ans qui sont les plus exploités.

On constate que les éleveurs en voie d'intensification (groupe 1) exploitent davantage leurs animaux que les éleveurs des deux autres groupes, essentiellement dans les 2 premières classes d'âge annuelles (figure 36, tableau 11). Dans ce groupe, les animaux de moins d'un an sont essentiellement vendus à d'autres éleveurs et les abattages ou les ventes à particulier pour abattage ne concernent que des animaux de plus d'un an (tableau 10 et 11). Dans les deux autres groupes, les niveaux d'exploitation des animaux sont bas et similaires (figure 35). Les éleveurs du groupe traditionnel se distinguent par la pratique du confiage, les dons, et par des ventes essentiellement destinées à d'autres éleveurs. Au contraire, on observe chez les éleveurs en transition une fréquence plus élevée des ventes à particulier pour abattage (tableau 11).

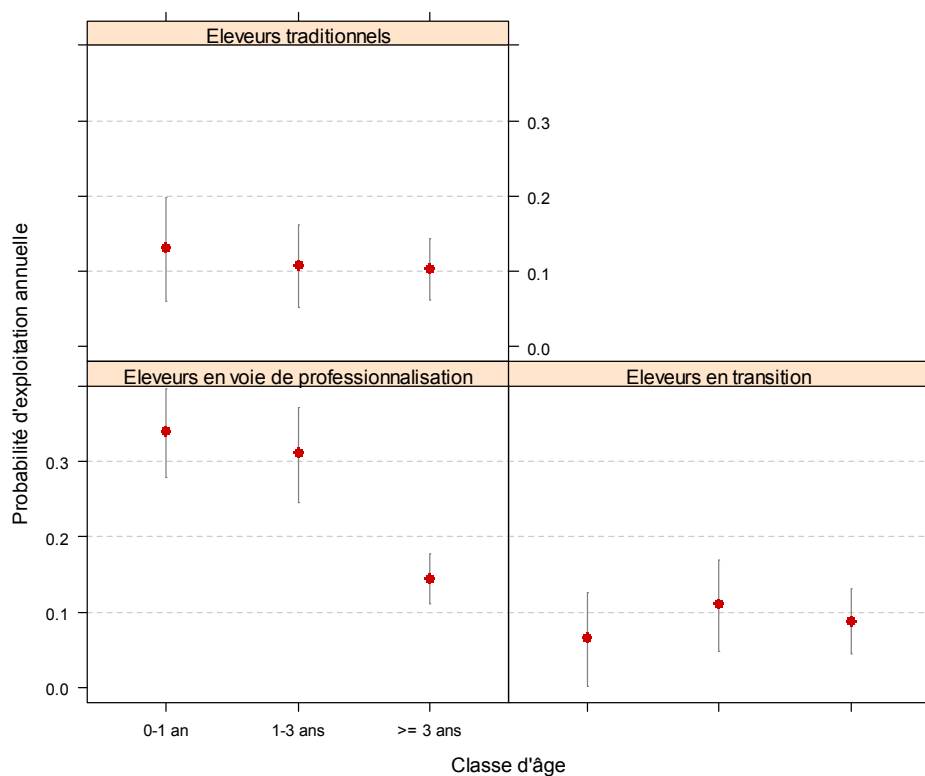


Figure 39 : Taux d'exploitation des animaux par classe d'âge et par type d'éleveurs (typologie globale)

Tableau 10 : répartition des exploitations par type de valorisation, par groupe de la typologie globale et par classes d'âge ;

Groupe de typologie	Classe d'âge	Abattage	Confiage	Don	Troc	Vente	Total
Eleveurs en voie de professionnalisation	0-1 an	1	0	0	2	82	85
	1-3 ans	10	0	0	2	54	66
	>= 3 ans	19	0	0	1	42	62
Eleveurs en transition	0-1 an	0	0	0	1	3	4
	1-3 ans	4	0	0	0	7	11
	>= 3 ans	7	0	0	0	7	14
Eleveurs traditionnels	0-1 an	0	2	1	1	8	12
	1-3 ans	4	0	2	3	5	14
	>= 3 ans	7	4	7	0	5	23

Tableau 11 : répartition des ventes par type d'acheteur, par groupe de la typologie globale et par classes d'âge ;

Groupe de typologie	Classe d'âge	Non spécifié	Eleveur	Particulier pour abattage	Boucher	Autres acheteurs	Total
Eleveurs en voie de professionnalisation	0-1 an	12	69	0	0	1	82
	1-3 ans	8	36	7	1	2	54
	>= 3 ans	6	18	13	3	2	42
Eleveurs en transition	0-1 an	1	2	0	0	0	3
	1-3 ans	2	3	1	0	1	7
	>= 3 ans	1	0	6	0	0	7
Eleveurs traditionnels	0-1 an	1	7	0	0	0	8
	1-3 ans	1	4	0	0	0	5
	>= 3 ans	0	3	2	0	0	5

## 2.6.2 Effet de la saison

Les ventes d'animaux montrent peu de variations saisonnières. Les ventes sont limitées entre mars et mai chez les éleveurs en voie de professionnalisation et plus fréquentes au début de la saison des pluies pour les éleveurs en transition.

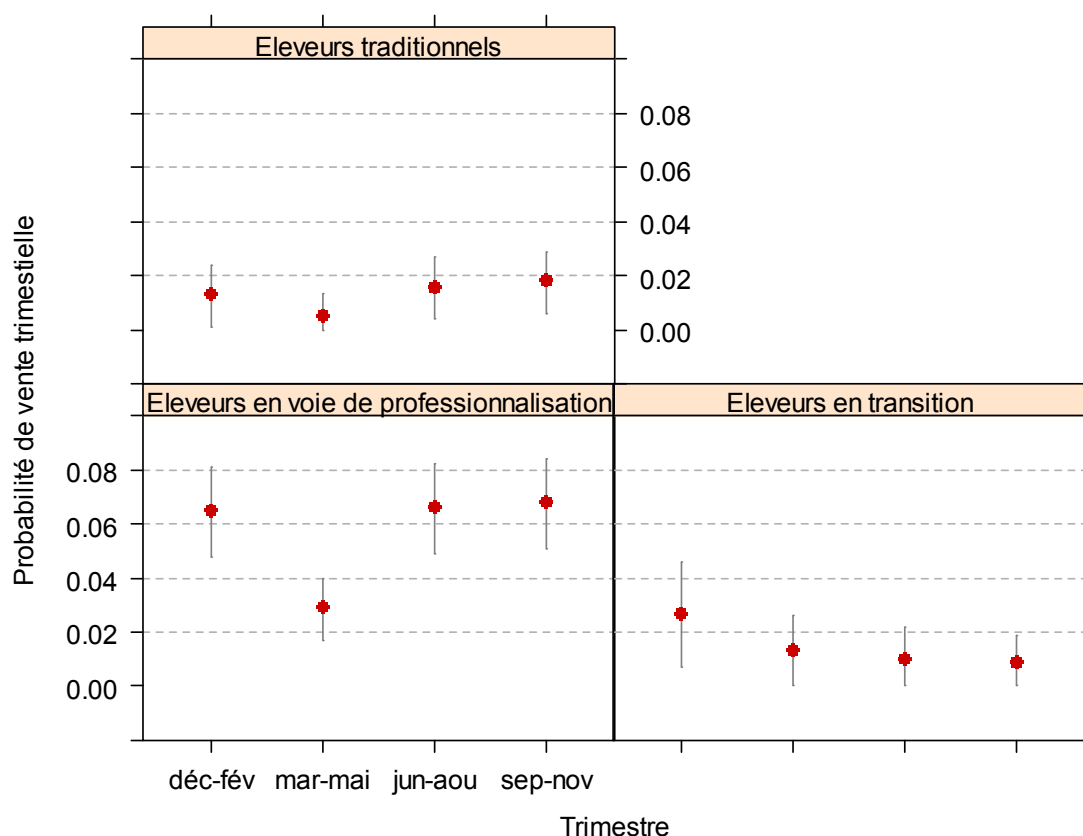


Figure 40: Taux de vente par saison trimestrielle et par type d'éleveurs (typologie globale) ; seules les ventes ont été considérées (les dons, trocs, confiages et abattages par l'éleveur ont été exclus) ;

### 2.6.3 Prix des animaux vendus

L'analyse des prix disponibles pour 147 transactions d'animaux montre un prix moyen au kg de poids vif oscillant entre 9 et 10 €/kg, quel que soit le type génétique des animaux. En complément de cette approche statistique, on peut également analyser des données de prix issues de la base LASER. Les prix de vente varient en fonction du type génétique et du poids des animaux au moment de la transaction (tableau 10).

Tableau 12 : Prix moyen et poids moyen à la vente (source : base LASER)

Type génétique	Poids vif moyen à la vente (kg)*	Prix moyen de vente (€)	Prix moyen / kg vif (€)
Croisé	145	1457	10.06
Montbéliard	267	2518	9.14
Zébu	183	1678	9.44

\* le poids à la vente a été estimé uniquement pour les animaux pour lesquels on disposait d'une pesée effectuée moins de 3 mois avant la vente

A Mayotte, le prix de la viande et du lait sont très élevés. Pour la viande par exemple, le prix de vente au kg vif généralement observé oscille autour de 12€. On observe toutefois une grande variabilité du prix pour un poids vif donné (figure 38), ce qui suggère l'existence d'autres facteurs que le poids pour la détermination du prix.

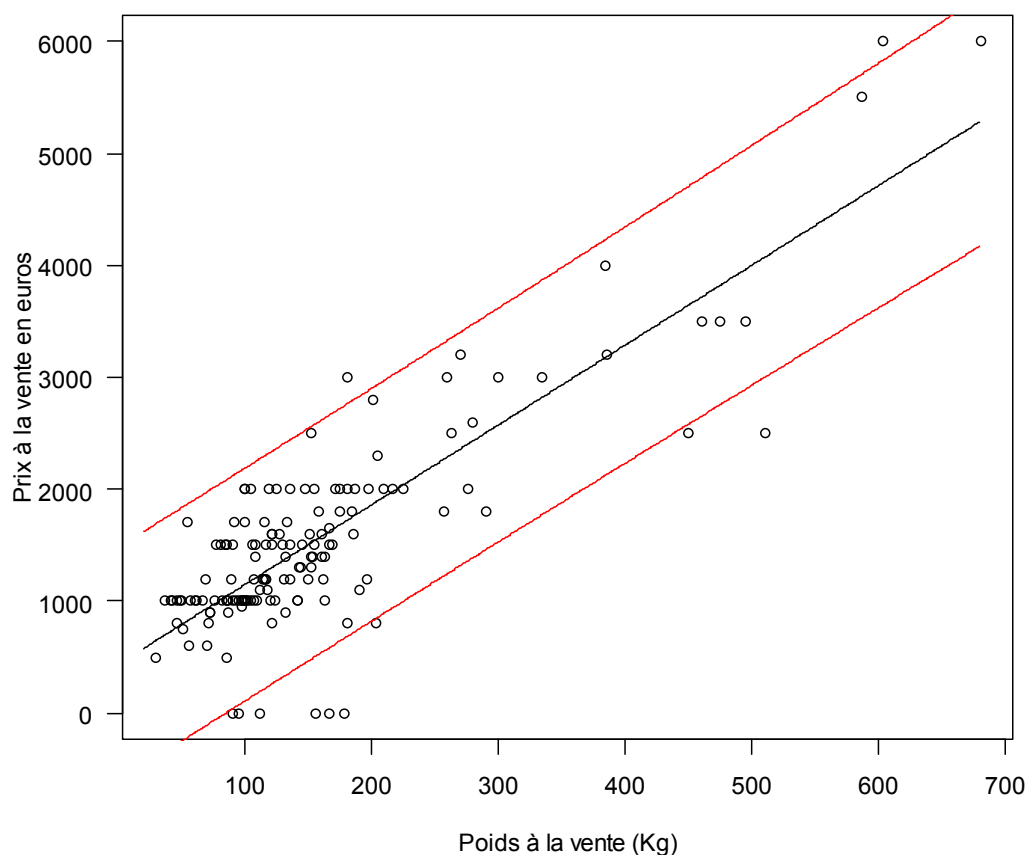


Figure 41: relation entre le poids et le prix à la vente (en €) ; les traits en rouge représentent l'intervalle de confiance des prédictions du modèle (en trait noir) ; ;

### 3 Suivi dynamique des rations

Le rationnement des bovins et la valorisation des fourrages à Mayotte sont deux questions qui préoccupent depuis toujours les structures d'encadrement des éleveurs. En effet, on retrouve dès 2001 les réflexions d'Henri-Dominique Klein (Klein, 2002) qui avait réalisé une mission d'appui scientifique à l'ADEM et à la CAPAM pour évaluer et améliorer la gestion des ressources fourragères à Mayotte. Disposant de très peu de données, Klein avait recommandé l'installation de cultures fourragères et l'optimisation de celles déjà présentes (canne fourragère). En 2002, Grimaud et Lecomte avait poursuivi cette analyse en proposant des rationnements basés sur des valeurs alimentaires observées dans des contextes tropicaux similaires. Bien que cette étude ait abordé pour la première fois la notion de rationnement à Mayotte, les auteurs ont soulevé les contraintes qui limitaient cette approche :

- la très faible disponibilité fourragère durant la saison sèche est une vraie limite pour établir des rations équilibrées sur une année entière.
- le manque de données zootechniques (poids des adultes, production laitière...) ne permet pas d'adapter les rations au contexte de Mayotte
- aucune connaissance sur les quantités distribuées et ingérées et absence de données sur la valeur alimentaire des fourrages locaux

Conscient que l'alimentation des bovins représente un facteur limitant évident à la production de lait et de viande, un suivi dynamique des rations a été mis en place afin (i) d'évaluer la valeur alimentaire des ressources fourragères présentes sur l'île et (ii) d'analyser les déséquilibres nutritionnels des animaux et (3) permettre un rationnement adapté des animaux.

#### 3.1 Les principales ressources fourragères présentes à Mayotte

##### 3.1.1 Les graminées

Les Brachiarias: ce sont des graminées pérennes herbacées (3 à 5 années) de type C4 très répandus dans le monde inter-tropical (pluviométrie supérieure à 750mm). Elles sont adaptées à de nombreux types de sols, en particulier aux sols acides (aptitudes à extraire le phosphore). Capables de supprimer les adventices, elles ont un système racinaire extrêmement puissant et profond ; elles sont capables de décompacter les sols rapidement et régénérer leur fertilité, notamment celle des sols ferrallitiques acides plus ou moins dégradés. Une récolte tous les 30 jours optimise la quantité de fourrage récolté. Deux espèces sont présentes à Mayotte : *Brachiaria ruziziensis* et *Brachiaria brizantha* (Husson et al., 2008, Aubriot, 2011).

Les cannes fourragères : Le terme « canne fourragère » regroupe souvent plusieurs espèces fourragères tropicales (C4) ayant en commun une certaine ressemblance avec la canne à sucre (forte tige, aille élevée, production de biomasse importante). Les cannes fourragères conviennent bien à une utilisation en réserves sur pied, avec des rendements qui peuvent atteindre 50 tonnes de matière sèche par hectare et par an avec des niveaux de fertilisation élevés. On trouve 4 espèces de cannes fourragères différentes à Mayotte:

- Banagrass: en pleine expansion, elle est issue du croisement entre *Pennisetum purpureum* et *Pennisetum typhoides*. Importée de la Réunion il y a une dizaine d'année, elle possède une meilleure résistance à la sécheresse et ses tiges sont fines. Sa teneur en azote est supérieure à celle des autres cannes ;



- Collet rouge: largement implantée dans la passé, elle a été supplantée par Banagrass car elle possède des poils urticants ;
- Guatemala grass (*Tripsacum laxum*): c'est la canne fourragère la moins productive en matière verte et sèche à Mayotte. Elle atteint une hauteur de 1 mètre et se retrouve dans les zones très humides;
- Kizozu ou Elephant grass (appelée localement canne réunionnaise): plus fine et plus petite que la Collet rouge, elle a l'avantage d'être glabre (sans poils urticants). Elle talle facilement et ses tiges ne se lignifient jamais.

Digitaria sp.: cette graminée fourragère en C4 croît sur tous les types de sol et supporte sécheresse et acidité du sol. Cette plante de pâture supporte le piétinement et le surpâturage (stolonifère) mais elle est également très compétitive vis-à-vis des mauvaises herbes. *Digitaria decumbens* est la plus répandue et connue aux Antilles sous le nom de Pangola.

Panicum maximum: cette graminée tolère une gamme de sols très variée sous une pluviométrie supérieure à 1000 mm. Elle est tolérante à l'ombrage et le feu mais pas à l'engorgement du sol ni à une grande sécheresse. Pour une valeur nutritionnelle maximale, il est conseillé de le couper entre 60 et 90 cm. A une hauteur de 1,50 m, le rendement est correct et le fourrage pas trop ligneux.

Gazon coco: appelé localement «kounou», il représente sous cette appellation deux graminées, *Panicum umbellatum*, la plus fréquemment rencontrée, et *Cynodon dactylon*. Il est très largement pâturé en saison des pluies. Souvent très productif, il occupe une grande partie des jachères pâturées et des friches.

### 3.1.2 Les ligneux fourragers

On trouve également à Mayotte un grand nombre d'arbustes fourragers, largement utilisés durant la saison sèche, en association fréquente avec le tronc de bananier : l'avocat marron (*Listsea glutinosa*), le bois noir (*Albizia Lebbeck*), le tulipier du Gabon (*Spathodea Campanulata*), *Gliricidia sepium* (*Gliricidia maculata*), *Leuceana leucocephala* et *Sandragon* (*Pterocarpus indicus*) pour ne citer que les plus fréquemment rencontrées (Aubriot, 2011).

Avocat marron (*Listsea glutinosa*) : c'est une plante originaire de la côte Est de la Chine et du Nord de l'Australie. Selon Klein (2001), 93% des éleveurs distribuent de l'avocat marron à leurs animaux. La moitié en fournit toute l'année, l'autre n'en donne qu'en saison sèche, lorsque les autres ressources commencent à diminuer. Cet arbre qui dépasse aisément les 6 mètres de hauteur, occupe aussi bien les côtes que les zones de haute altitude. On le retrouve essentiellement dans le Nord de Mayotte, zone d'introduction et à pluviométrie supérieure à 1500 mm (Vandamme, 2002).

Bois noir (*Albizia Lebbeck*) : C'est une légumineuse arbustive originaire d'Asie, d'environ 20 à 25 m de haut et communément appelé Indian Siris. Cet arbre a la capacité de pousser dans une grande diversité de sols (Klein, 2001). En effet, on le trouve dans des vallées jusqu'à 1600 m d'altitude, des zones où la pluviométrie se situent entre 600 et 2500mm par an avec des températures moyennes mensuelles entre 5 et 46°C (Prinsen, 1986). Il est distribué occasionnellement aux animaux surtout en début de saison sèche avant l'apparition des fleurs et des gousses (Sauvant et al., 2010). Les feuilles de bois noir sont exemptes de toxines et de tannins au contraire des gousses qui contiennent des saponines. La digestibilité des feuilles est élevée en début de saison ou juste après une coupe et diminue avec la maturité des feuilles (FAO, 2010).

Tulipier du Gabon (*Spathodea Campanulata*) : c'est un arbre originaire d'Afrique pouvant atteindre 25 m de hauteur, il est appelé à Mayotte « l'arbre roi » car très facile à bouturer et à couper et peut être distribué toute l'année aux animaux (Klein, 2001).

*Gliricidia sepium* (= *Gliricidia maculata*) : c'est une légumineuse arbustive de taille moyenne, inerme, originaire d'Amérique Centrale. Introduit depuis longtemps dans de nombreuses régions tropicales, il est fréquemment bouturé en haies pour délimiter les parcelles ou au bord des routes ou des chemins (Direction de l'Agriculture et de la forêt de Nouvelle Calédonie, CIRAD Département élevage de Nouvelle Calédonie, 1994). Cet arbre peut résister à 5 ou 6 mois de saison sèche. Sa croissance initiale est rapide, jusqu'à 3 m la première année et diminue dès qu'il atteint 10-15 m. Les feuilles ont une valeur nutritionnelle élevée et sont très digestibles dans le rumen en comparaison avec les autres espèces arbustives.

*Leuceana leucocephala*: c'est un arbuste de la famille des légumineuses. Les feuilles sont très appréciées par les bovins et sont riches en protéines (FAO, 2010). Ses protéines contiennent de la mimosine, glucoside toxique à haute dose qui peut entraîner la chute des poils. La teneur en mimosine peut être réduite par trempage et séchage.

Sandragon (*Pterocarpus indicus*): c'est un arbre originaire d'Asie ; il est fréquemment bouturé en haies pour délimiter les parcelles (Klein, 2001). Il est également présent au bord des routes et des chemins. C'est un arbre à feuille caduques de moyenne à grande taille, atteignant normalement une hauteur de 30 à 40 m. Son nom provient de la couleur rouge de sa sève collante. Le sandragon s'adapte à divers environnements : de 0 à 1300 m d'altitude, de 1300 à 4000 mm, de 22 à 32°C et divers types de sols.

*Cajanus cajan* (pois d'Angol): c'est une plante ligneuse pérenne avec un port érigé (2m de haut). Parmi sa grande diversité, deux types commerciaux se dégagent ; "arhar", tardives, hautes, avec gousses longues et beaucoup de graines, du nord de l'Inde et les "tur", précoces, petites, avec peu de graines dans les gousses. Le type « arhar » se prête mieux à l'exploitation fourragère. La plante résiste jusqu'à 6 mois de sécheresse. Sur sol profond, 250 à 375 mm peuvent lui suffire. La variété 19 utilisée est une variété fourragère importée mais encore non caractérisée. L'intérêt serait un apport d'azote au sol pour la culture suivante et une amélioration en protéines de la ration.

### 3.1.3 Le bananier

Les Bananiers (*Musa* sp) sont très utilisés à Mayotte. Le bananier se caractérise par sa faible teneur en matière sèche. Les troncs consommés de façon très régulière par les bovins permettent de pallier aux carences hydriques des animaux pendant la saison sèche. De par sa richesse en eau, le stipe (ou faux-tronc) est pauvre en éléments nutritifs, ce qui fait de lui un fourrage grossier mais il permet de faciliter l'assimilation et d'assurer une meilleure utilisation des aliments secs qui peuvent compléter la ration (Rambelozaïny, 1994). Les feuilles ainsi que le régime de bananes sont également consommés par les bovins. Elles sont riches en matières azotées, présentent un rapport phosphocalcique intéressant et contiennent des carotènes ; elles constituent donc un excellent fourrage.

## **3.2 Protocole du suivi dynamique des quantités ingérées**

Douze éleveurs (8 adhérents à l'ADEM, 3 non adhérents et la ferme du LPA) ont été sélectionnés parmi les 30 en suivi LASER pour faire l'objet du suivi des systèmes d'alimentation. On peut regretter que l'étude ne porte que sur un échantillon de 12 éleveurs mais il convient de rappeler ici que ce suivi impose une organisation logistique assez importante (visites d'élevage multiples pour évaluer les quantités distribuées et refusées, transport du matériel de pesée, conservation et pré-analyse des prélèvements de fourrages, analyse en laboratoire).

Les quantités de fourrages et de concentrés ingérés individuellement ont été mesurées au cours de visites successives espacées de 2 mois (pesées des fourrages distribués et des refus). Des échantillons de fourrage ont également été prélevés puis séchés à 70°C pendant 48H et broyés, au laboratoire de la station de Dembeni. Les prélèvements ont ensuite été envoyés au laboratoire du Cirad à la Réunion pour analyse biochimique et analyse en spectrométrie dans le proche infrarouge (figure 39).

Le taux de matière sèche (MS) est évalué après séchage de l'échantillon brut. Les paramètres mesurés au laboratoire ou prédit en SPIR sont le taux de cendres (% de la MS), le taux de matières azotées totales (MAT, % de la MS), le taux de cellulose brute (CB, % de la MS), les quantités de NDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber) et ADL (Acid Detergent Lignin) exprimées en grammes / Kg de MS, la digestibilité de la MS et de la matière organique (MO), exprimées en %. A partir de ces composants, différents indicateurs sont calculés : le niveau énergétique, exprimé en UFL (unité fourragère lait), les quantités de PDIN (protéine digestive dans l'intestin quand l'azote est limitant), PDIE (protéine digestive dans l'intestin quand l'énergie est limitant), et PDIA (protéine digestive dans l'intestin d'origine alimentaire), exprimées en grammes / kg de MS et l'encombrement UEL (unité d'encombrement lait).

### **3.2.1 Analyses chimiques de référence**

L'azote total est déterminé par la méthode de Kjeldhal. Deux méthodes sont utilisées pour la détermination de la composition en fibres. La méthode de Weende, qui permet d'estimer la teneur en cellulose brute des aliments et la méthode de Van Soest, qui permet d'isoler la fraction de fibres insolubles provenant des parois cellulaires des plantes, comprenant cellulose, hémicelluloses et lignines. NDF (Neutral Detergent Fiber) représente la fraction organique lentement digestible ou indigestible. Elle inclut les hémicelluloses les celluloses et la lignine. ADF (Acid Detergent Fiber) isole principalement la cellulose et la lignine. Les hémicelluloses sont généralement estimées par la différence entre NDF-ADF. ADF isole la lignine, fraction des NDF totalement indigestible. La digestibilité des fourrages est mesurée in vitro par la méthode Aufrère (Aufrère, 1982), méthode de la pepsine-cellulase. Des équations de régression entre la digestibilité in vivo de la matière organique et la digestibilité par la pepsine-cellulase ont été établies séparément pour les différents types de fourrages et les différents modes de conservation.

### **3.2.2 Analyses en spectrométrie proche infrarouge**

La spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR) est une méthode d'analyse dont le principe repose sur l'absorption de la lumière par les composants organiques de la matière et la

réflexion d'onde dans le proche infrarouge. A chaque composant organique correspond un profil (spectre) de valeurs d'absorption / réflexion dans la gamme de longueurs d'onde de la lumière infrarouge (de 1100 à 2500 nm). Chaque spectre est caractéristique d'un échantillon. Il peut ainsi être utilisé pour prédire la composition d'un fourrage. Une phase de calibration préalable est nécessaire pour associer les spectres de réflexion dans le proche infrarouge aux résultats des analyses biochimiques, sur une série d'échantillons de fourrages représentatifs de la variabilité observée (régression linéaire entre les caractéristiques des échantillons et les informations spectrales). Une fois la calibration effectuée, la mesure spectrale suffit pour en déduire la composition chimique.

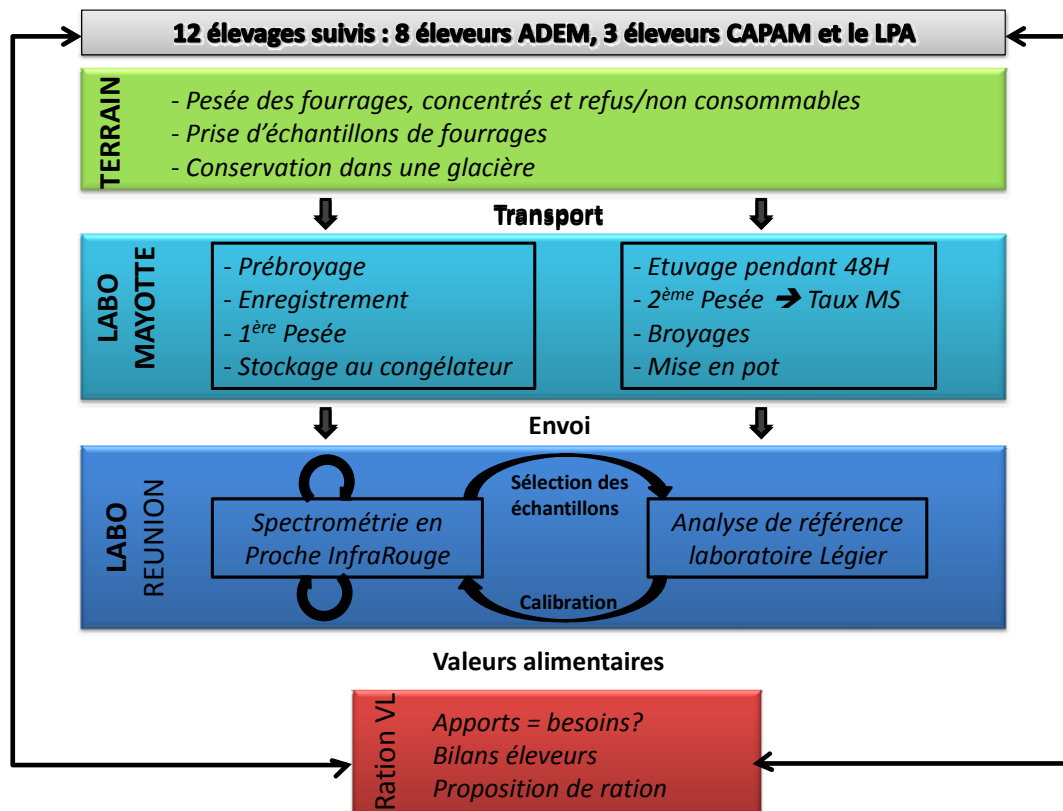
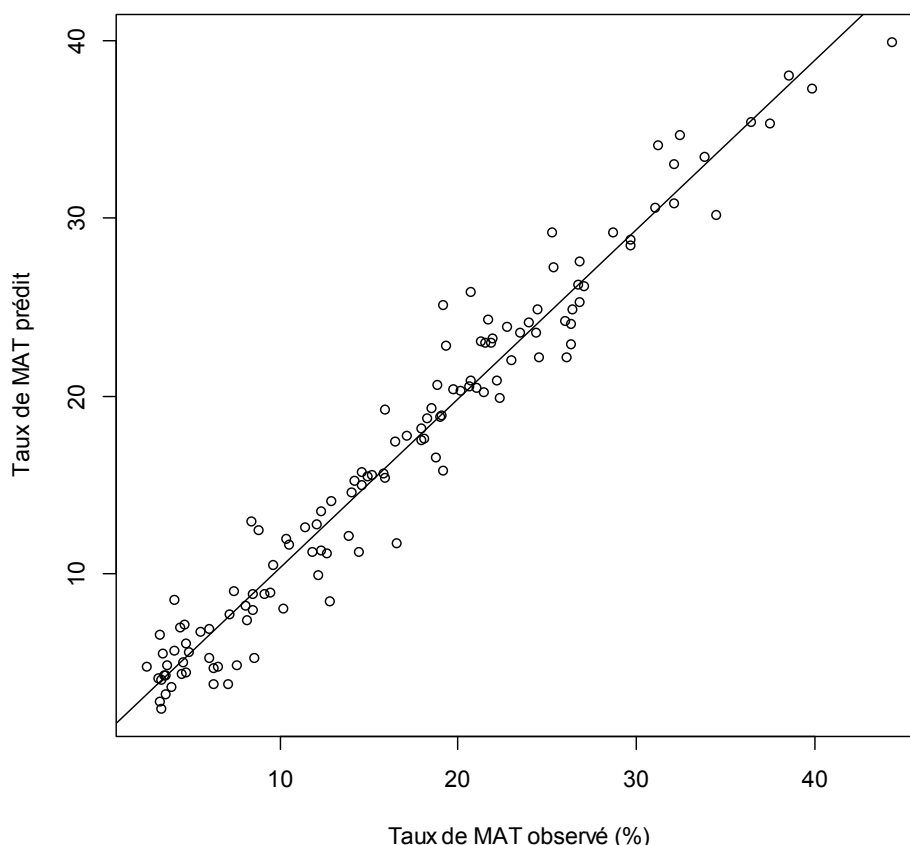


Figure 42: Protocole du suivi dynamique des rations à Mayotte

Depuis le démarrage du projet, 139 analyses biochimiques ont été réalisées, sur différentes graminées tropicales et différents ligneux fourragers présents à Mayotte. L'analyse chimique de ces échantillons a permis d'établir des équations de calibration précises entre les paramètres de composition des fourrages et les mesures spectrales ( $R^2$  compris entre 0.93 et 0.97 pour l'azote total, la cellulose, la fraction NDF et la digestibilité de la matière organique) (tableau 6) (figure 13). Après examen des résidus, 13 mesures ont été éliminées pour affiner la calibration. La procédure de validation croisée appliquée à chacune des calibrations montre une bonne précision des prédictions, à l'exception de la fraction ADL. Ces équations de calibration ont ensuite été utilisées pour prédire la composition d'autres échantillons prélevés sur le terrain sans qu'il soit nécessaire de repasser systématiquement par le laboratoire de biochimie (figure 40).



*Figure 43 : précision des estimations de matières azotées totales par la spectrométrie dans le proche infrarouge ; 126 observations retenues.*

La spectrométrie proche infrarouge permet de prédire la composition « brute ». En effet seuls l'azote total, les cendres, la cellulose brute, les fractions NDF, ADF, ADL, la digestibilité de la matière sèche et la digestibilité de la matière organique sont prédites par cette méthode. Il est ensuite nécessaire d'utiliser d'autres équations de prédiction pour calculer les valeurs alimentaires des différents fourrages (UFL, PDIN, PDIE, PDIA) (Hassoun, 2001).

### **3.3 Etude des calendriers fourragers**

Durant les enquêtes réalisées par Marion Gaborit, l'éleveur était interrogé sur la nature des fourrages dont il disposait tout au long de l'année et les modalités de valorisation pour l'alimentation bovine. L'analyse de ces données a permis de distinguer 8 types de gestion dynamique des ressources fourragères (calendrier fourrager, exemple en figure 41) et d'identifier pour chacun d'entre eux des périodes de faible disponibilité fourragère (Moulin, 2000).

Cette première étape ne pouvait s'appuyer que sur des critères qualitatifs (+, ++ ou +++) approximés par l'éleveur. Le suivi dynamique des rations a permis d'affiner les calendriers fourragers grâce au suivi longitudinal des rations journalières dans les 12 élevages (figure 42).

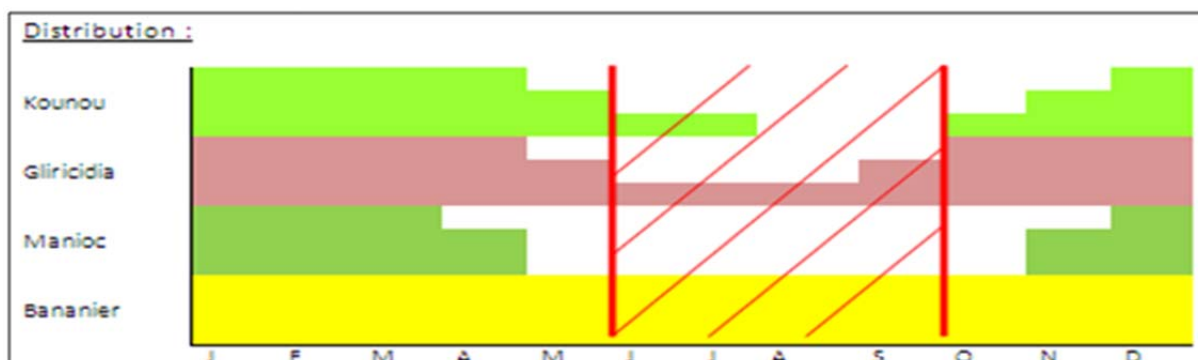


Figure 44 : Première approches des calendriers fourragers à Mayotte : identification des périodes de faible disponibilité fourragère (entre les eux traits rouges)

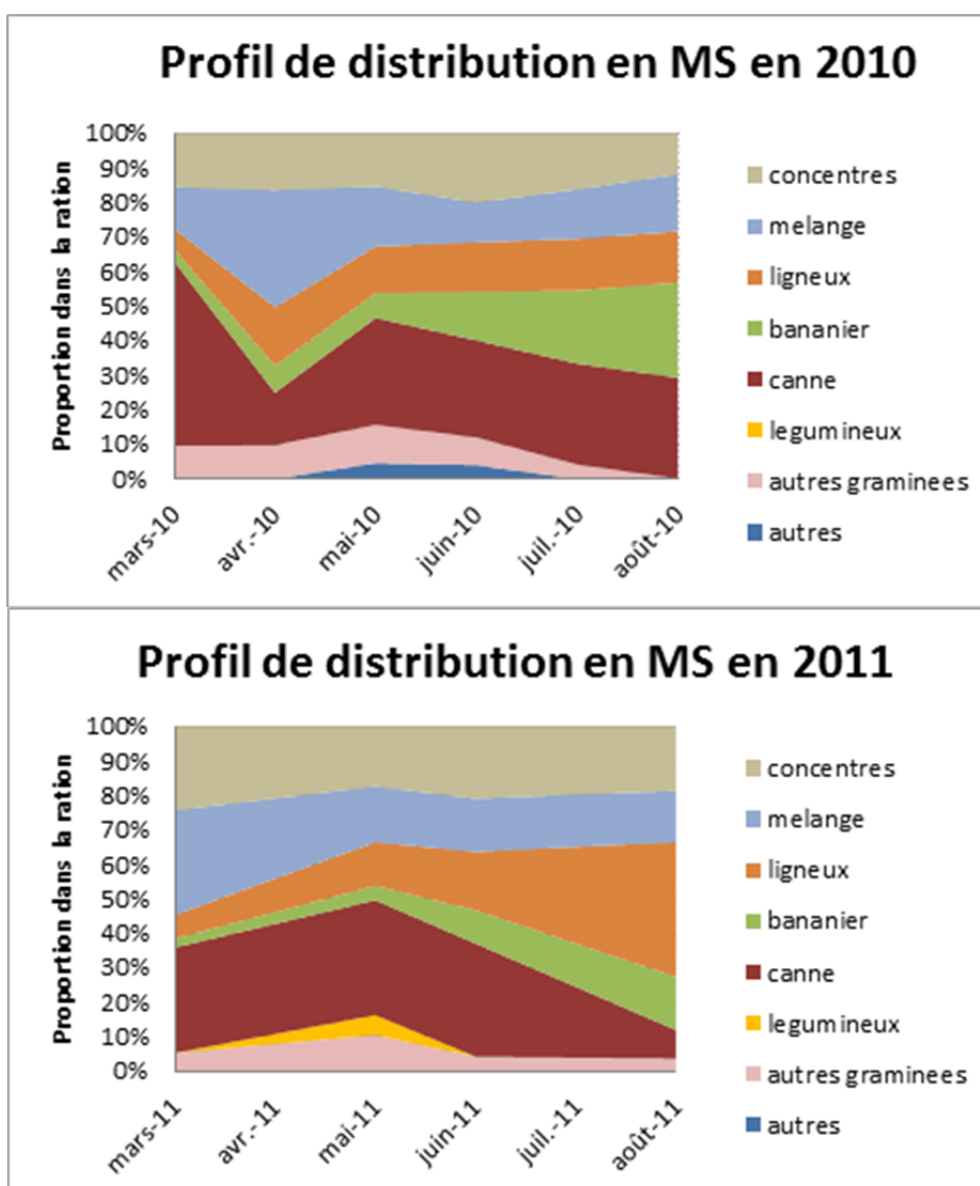


Figure 45 : Profil de distribution de fourrages et concentrés en proportion de matières sèche au cours de la période de suivi chez les 9 éleveurs bovins mixtes en suivi sur les 2 exercices.

La quantité de concentrés reste constante au cours des 2 suivis et s'élève à 15% de la ration en 2010 et 20% en 2011. En mars 2010, la canne fourragère représente 50% de la ration moyenne puis sa proportion se stabilise autour de 25% de la ration entre mai et aout 2010. Par contre en 2011, la proportion de canne fourragère dans la ration se maintient autour de 30% de mars à juin, puis diminue pour arriver à un niveau inférieur à 10% en aout 2011. Cette diminution des apports de canne fourragère est compensée par un apport accru de ligneux, qui représentent près de 40% de la MS ingérée en aout 2011 (milieu de saison sèche) alors que cette proportion ne dépassait pas 15% en 2010. En 2010, la part des ligneux semble constante tandis que celle du bananier augmente au cours de la saison sèche. En 2011, le profil est différent, avec une augmentation des apports de tronc de bananier nettement moins marquée que celle des ligneux. En août 2011, le tronc de bananier ne représente que 10% de la ration, alors qu'il en représentait plus du double en 2010. Les autres graminées qui comprennent le gazon coco constituent 10% de la ration et ne sont quasiment plus utilisées au-delà de juillet.

Les profils de distribution de fourrages diffèrent entre 2010 et 2011 sur la période mars-juillet. Cette différence peut en partie être expliquée par le décalage de la saison humide au cours de l'année 2011. En effet au lieu de débuter en novembre, la saison humide a démarré en janvier/février pour s'achever début juin. Les éleveurs ont préféré distribuer des mélanges de graminées sauvages, très abondantes en saison des pluies autour de l'exploitation, plutôt que de donner des ligneux dont la coupe est fastidieuse. La fin de la canne fourragère a coïncidé avec la fin des graminées sauvages entraînant un report conséquent vers les ligneux à partir de juin. L'incorporation de tronc de bananier a également été plus tardive (démarrage de l'utilisation en août), les ligneux étant encore assez abondants autour de l'exploitation. On observe donc une influence majeure du climat sur les profils fourragers et une adaptation en temps réel des éleveurs aux conditions environnementales. Cette adaptation reste toutefois dans des limites assez étroites dans la mesure où aucun report fourrager n'est effectué. Les éleveurs pourraient compenser la raréfaction des fourrages durant la saison sèche, par un apport d'aliments concentrés dans la ration. Or, la part des concentrés dans le profil de distribution reste constante au cours de l'année. Au cours des périodes de déficit alimentaire, on voit même apparaître des fourrages atypiques dans les rations tels que des peaux de bananes voire du potiron ou du figuier. Ces 2 années de suivi ont permis de mettre en évidence l'existence d'une variabilité interannuelle des profils de distribution des cannes, des ligneux et du tronc de bananier en lien avec les conditions climatiques.

Le profil de distribution est différent si l'on considère la teneur en MAT plutôt que la MS (figure 43). Les concentrés représentent à eux seuls environ 35% des MAT ingérées. La part de MAT apportée par les ligneux est significative compte tenu de leur richesse en protéines, et équivalente à la part apportée par la canne fourragère sur une grande partie de la saison sèche (entre avril et septembre 2010). Au contraire, le bananier ne représente qu'une part minime des MAT de la ration.

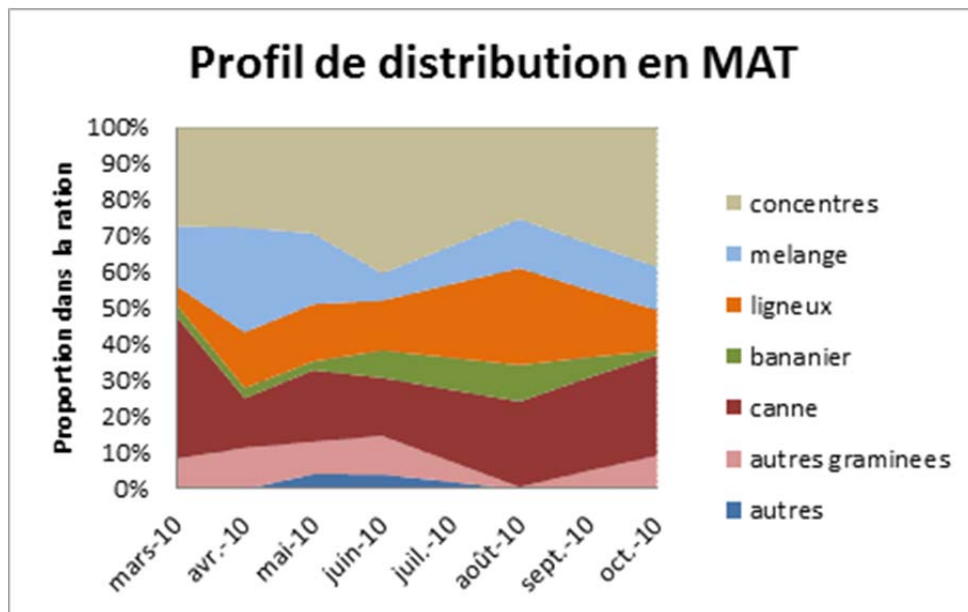


Figure 46 : Profil de distribution de fourrages et concentrés en matières azotées totales au cours de la période de suivi dans les élevages suivis en 2010 ;

Dans les élevages suivis, deux grands profils d'alimentation se distinguent, liés à la structure même de l'exploitation. Les petits élevages avec une SAU faible n'ont pas de cultures fourragères. L'alimentation est donc basée sur les ligneux et les graminées sauvages (gazon coco) en saison des pluies et sur les ligneux et le tronc de bananier en saison sèche, i.e. une alimentation basée sur des ressources naturelles non cultivées ou des résidus de culture, et ce quel que soit le moment de l'année. Le déficit fourrager est important dans ces exploitations durant la saison sèche car les ligneux sont de plus en plus rares autour de l'exploitation et le tronc de bananier ne suffit pas à couvrir la totalité des besoins des animaux, du fait de son encombrement et de sa faible teneur en MS. L'apport en concentrés est faible et discontinu tout au long de l'année. Les animaux sont généralement du type croisé ou zébu et les femelles sont rarement traites (lait laissé au veau).

A l'inverse les exploitations qui disposent d'une SAU suffisante peuvent cultiver de la canne fourragère et pour certains de la canne à sucre. Les éleveurs réalisent trois coupes par an pour la canne fourragère et une seule coupe / an pour la canne à sucre, qui constitue une réserve fourragère sur pied et n'est jamais exploitée pour le sucre. L'alimentation est donc basée sur la canne et sur les ligneux entre les coupes, voire sur les graminées sauvages. Le tronc de bananier complète la ration durant la saison sèche. Les concentrés sont distribués plus régulièrement et en plus grosse quantité (au moins 3 kg par animal). Ces exploitations sont généralement à vocation laitière.

Les arbustes fourragers constituent la base des rations chez les éleveurs traditionnels et une substitution de haute qualité à la canne fourragère chez les éleveurs en voie de professionnalisation. Ces espèces sont encore considérées comme invasives à Mayotte. Leur utilisation accrue en élevage amène à réfléchir à la mise en œuvre d'une meilleure gestion écologique de ces espèces, ou leur mise en culture.



### 3.4 Caractérisation des fourrages mahorais

#### 3.4.1 Taux de matière sèche des fourrages

Une première analyse des fourrages consiste à évaluer leur teneur en matière sèche. On voit sur la figure 44 que le tronc de bananier présente un taux de matière sèche très faible (il est constitué à 93,31 % d'eau). Bien que ce résultat ne soit pas surprenant, il faut ici prendre conscience des limites d'une alimentation basée sur le tronc de bananier. En effet, s'il constitue une source hydrique non négligeable en période de sécheresse, le tronc de bananier sature très rapidement la capacité d'ingestion des animaux (CI) lorsqu'il est distribué en premier et en grande quantité. On voit ainsi des vaches refuser de la canne fourragère après avoir ingéré de grandes quantités de tronc de bananier. Les espèces arbustives présentent des taux de matière sèche très importants mais il faut relativiser ces résultats car il s'agit là des quantités distribuées qui comprennent les tiges des ligneux (plus riches en matière sèche).

#### 3.4.2 Valeurs alimentaires des fourrages mahorais

Le tableau 15 présente les divers paramètres nutritionnels (13) de 237 échantillons de fourrage pur représentant 28 aliments différents. Pour les espèces arbustives, les valeurs alimentaires disponibles sont les feuilles, les tiges, la plante entière (feuilles + tiges) lorsque la prise d'échantillon séparée a été possible.

Fourrages	Taux MS (%)
Tronc de bananier	6,69
Liane de patate douce	10,79
Commelina Diffusa	14,10
Bananes fourragères	15,07
Macuna	17,27
Achirentes Aspera	19,20
Panicum maximum	19,91
Manioc	22,22
Canne fourragère	22,97
Feuille bananier	23,05
Gazon coco	25,39
Bois noir	27,68
Ylang	29,32
Gliricidia	29,46
Tulipier du Gabon	31,75
Sandragon	32,30
Jacquier	32,90
Avocat marron	40,34
Manguier	42,33

Figure 47 : Taux de matière sèche des fourrages mahorais

Le son de riz, les drêches de brasserie, le fruit du jacquier et les peaux de bananes ne sont pas considérés comme des fourrages mais leur composition est donnée dans la mesure où sa prédiction par SPIR s'est révélée correcte. Les teneurs en calcium et en phosphore ne sont connues que pour les fourrages qui ont fait l'objet d'une analyse chimique. Les valeurs avec

un \* sont issues de la bibliographie. Pour certains fourrages très peu renseignés dans la bibliographie, la composition minérale reste inconnue.

On observe une très grande variabilité de la qualité nutritionnelle des fourrages distribués aux bovins mahorais. Les drêches, les bananes et le jaque ont des paramètres nutritionnels qui se distinguent des autres fourrages car ils ne sont pas des fourrages *sensu stricto* et s'apparentent davantage à des aliments concentrés. Ces aliments exceptés, la variabilité de la teneur en protéines brutes varie d'un facteur 7 entre les différents fourrages. De même la digestibilité de la matière organique varie de plus 50% entre le sandragon et la liane de patate douce. La perte de 10 points de digestibilité organique se traduit par une diminution de la valeur énergétique de 0,12 UFL par kilo de MS ingérée (figure 45).

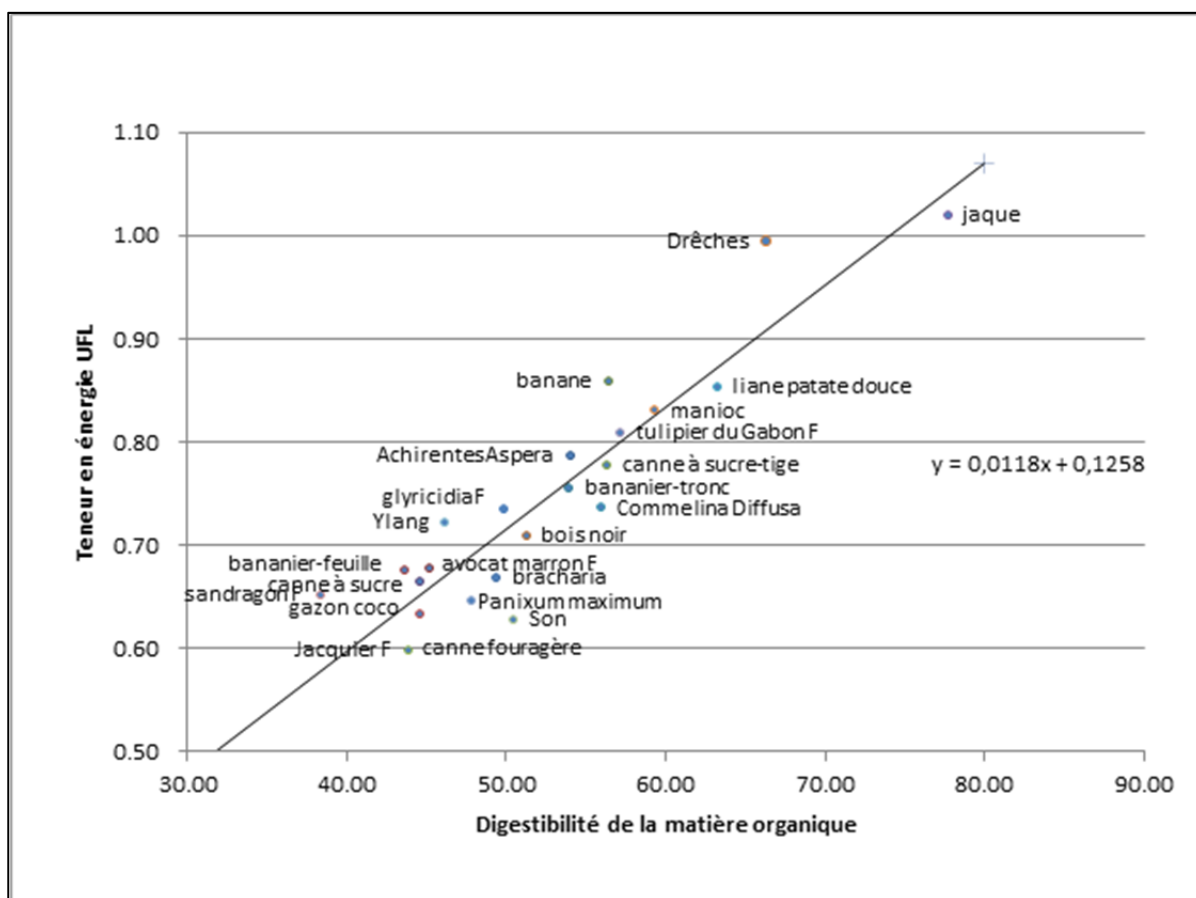


Figure 48: Teneur en parois végétales et en protéines brutes des aliments

Les valeurs alimentaires pour le Gliricidia, le gazon coco et le bois noir sont similaires entre les analyses 2010 et 2011 et les valeurs fournies par Grimaud et Lecomte en 2002 (tableau 14). Les valeurs du Gliricidia utilisées par Lecomte provenaient d'analyses disponibles à l'ADEM et celles du bois noir avaient été calculées à partir de Gliricidia. Pour le gazon coco, les valeurs sont issues d'analyses réalisées à la Réunion et en Nouvelle Calédonie. En revanche, les valeurs énergétiques pour l'avocat marron diffèrent d'environ 20%. Pour le bananier, les analyses issues de l'ADEM montrent des PDI égaux à 0 tandis que les analyses faites en 2010 et 2011 révèlent des valeurs faibles mais non nulles. Pour la canne fourragère, les valeurs observées à Mayotte sont plus faibles que celles mesurées à la Réunion mais il est important de savoir que la qualité dépend de l'âge et la hauteur de coupe. A Mayotte, les éleveurs coupent la canne à plus de 2 m de hauteur, à un stade de repousse où le potentiel

nutritif de la plante a déjà décliné. L'ensemble de ces résultats (valeurs alimentaires et calendriers fourragers) ont fait l'objet d'une publication sous forme d'un poster aux prochaines Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants (Aubriot et al., 2011).

*Tableau 13 : Comparaison des valeurs alimentaires observée à Mayotte à celles approximées par Lecomte et Grimaud (bibliographie)*

Nature		% MS	UFL	PDIN	PDIE
<b>Avocat marron</b>	Lecomte		0.89	109	103
	Analyse 2010	40,34	0,68	123	118
<b>Gliricidia</b>	Lecomte		0.76	149	113
	Analyse 2010	29,5	0,75	173	147
<b>Canne fourragère</b>	Lecomte	15	0.75	81	102
	Analyse 2010	23	0,62	65	79
<b>Gazon coco</b>	Lecomte		0.58	79	74
	Analyse 2010	25,3	0,61	85	91
<b>Bois noir</b>	Lecomte	40	0.75	150	115
	Analyse 2010	28	0,75	176	149
<b>Tronc de bananier</b>	Lecomte	5	0.8	0	0
	Analyse 2010	6,5	0,74	36	62

#### 3.4.2.1 Les ligneux fourragers

Les ressources ligneuses présentent une concentration azotée élevée (supérieure aux concentrés de production) mais aussi une valeur énergétique supérieure à la canne fourragère. Le bois noir (*Albizia Lebbeck*) et l'avocat marron (*Litsea Glutinosa*) sont abondants aux alentours de l'exploitation de mars à juin et peuvent ainsi être distribués ad libitum pendant deux à trois mois. En revanche *Gliricidia Sepium*, présente à Mayotte sous forme de haies vives, a une distribution plus limitée dans le temps. Il est par ailleurs peu distribué aux vaches laitières car il rendrait le lait amer (ce que nous n'avons pas pu vérifier). Le Tulipier du Gabon est un fourrage très apprécié mais dont la cueillette nécessite de monter relativement haut dans les arbres.

Le Sandragon quant à lui est peu distribué et est peu apprécié par certains animaux. Le jacquier dont le fruit est très énergétique est également distribué dans certains élevages. Enfin le manguier, l'ylang et le cannelier n'ont pas été rencontré lors des suivis mais la connaissance de leurs valeurs alimentaires est intéressante car ce sont des fourrages donnés plus communément aux ovins et caprins. Le taux de matière sèche des ligneux dépassent les 30%. Les arbustes fourragers ont des valeurs azotées supérieures à certains concentrés de production (205 g/kg MS pour les feuilles de Sandragon). Les ligneux sont riches en azote dégradable et présentent des valeurs énergétiques très correctes (0,67 UFL pour la plante entière ou 0,72 UFL pour les feuilles), supérieures en moyenne à celle des graminées (0,63 UFL). Les ligneux présentent donc une valeur nutritionnelle moyenne très intéressante et apparaissent très complémentaires des graminées, par leur richesse en matières azotées totales.

Cependant, ces ressources fourragères sont connues pour être riches en tannins. Les tannins sont des substances polyphénoliques qui s'associent aux protéines pour former des complexes insolubles qui diminuent l'action de la microflore ruminale sur les particules alimentaires, diminuent la disponibilité et la digestibilité des protéines alimentaires et qui peuvent s'avérer toxiques pour le foie, le rein et l'épithélium digestif s'ils sont ingérés en grande quantité (LAUDAU S. 2000).

Tableau 14 : Valeur alimentaires des fourrages mahorais

Description simplifiée	MS	MAT	CELL	NDF	UFL	PDIA	PDIN	PDIE	UEL	DMS	DMO	P	Ca
Achirentes Aspera	19,20	34,55	21,54	42,62	0,79	126,17	221,26	168,30	1,08	59,96	54,01	–	–
Avocat marron-entier	40,06	18,01	34,86	57,65	0,67	65,77	115,33	113,75	1,21	46,97	44,08	1,60	9,00
Avocat marron-feuille	36,46	22,46	32,75	58,93	0,68	82,00	143,80	129,14	1,20	47,96	45,12	1,60	9,00
Avocat marron-tige	37,90	11,62	46,86	65,09	0,55	42,43	74,41	79,05	1,37	34,11	30,68	1,70	7,90
Bananier-entier	5,09	2,38	39,31	58,59	0,66	8,71	15,27	38,19	1,13	55,02	45,98	–	–
Bananier-banane	15,07	4,92	9,42	31,71	0,86	17,97	31,51	76,14	1,09	59,50	56,39	–	–
Bananier-feuille	20,49	19,86	27,99	58,19	0,67	72,54	127,21	121,24	1,20	48,15	44,53	1,80	6,00
Bananier-peau	14,21	12,30	10,33	35,52	0,83	44,93	78,80	102,87	1,06	62,80	59,43	2,00	3,50
Bananier-tronc	7,52	5,76	30,73	52,20	0,76	21,02	36,86	62,92	1,09	59,71	53,94	2,30	7,40
Bois noir-entier	27,68	26,41	32,28	57,20	0,71	96,43	169,10	142,33	1,16	51,92	51,26	2,4	4
Bracharia	30,93	17,20	31,74	60,09	0,67	62,82	110,17	110,37	1,18	50,00	49,34	2,1	1,8
Canne à sucre	25,65	4,06	31,62	58,43	0,68	14,81	25,98	62,19	1,23	45,12	43,62	–	–
Canne à sucre-tige	29,13	7,51	26,37	47,80	0,78	27,44	48,11	80,50	1,13	54,47	56,35	0,50	1,30
Canne fourragère	22,19	11,54	34,59	64,45	0,60	42,14	73,89	85,43	1,24	44,12	43,80	3,30	2,70
Canne fourragère-foin	85,05	10,52	35,39	69,46	0,58	38,42	67,37	79,45	1,24	43,93	39,77	3,60	2,60
Cannelier-entier	41,38	11,84	33,10	60,49	0,56	43,23	75,81	90,06	1,30	38,50	40,26	–	–
Cocotier-feuille	43,73	7,74	35,88	66,98	0,51	28,28	49,59	73,04	1,39	31,65	28,79	1,70	4,40
Commelina Diffusa	14,10	20,82	28,56	55,17	0,74	76,02	133,30	121,79	1,09	59,73	55,92	–	–
Drêches de brasserie	22,96	28,85	26,58	47,86	0,99	105,36	184,75	155,59	0,97	75,02	66,32	6,40	1,20
Feliqui boadradra	25,89	34,39	19,74	40,75	0,83	125,59	220,24	170,09	1,06	62,51	60,52	–	–
Fougère	43,26	11,35	36,76	62,94	0,61	41,44	72,68	85,45	1,24	43,63	41,91	–	–
Gazon coco	37,34	15,11	32,29	61,58	0,63	55,18	96,76	101,25	1,22	45,91	44,58	3,20	7,90
Glyricidia-entier	29,78	24,63	40,63	64,40	0,47	89,94	157,72	130,08	1,44	28,34	24,47	–	–
Glyricidia-feuille	30,39	27,68	32,19	54,26	0,74	101,07	177,24	143,72	1,14	54,36	49,78	1,40	11,50
Glyricidia-tige	30,10	13,70	56,65	76,85	0,43	50,03	87,73	75,53	1,51	23,83	20,25	–	–
Jacquier-entier	32,90	13,68	37,53	68,07	0,52	49,94	87,58	93,78	1,36	33,75	33,22	1,60	10,00
Jacquier-feuille	35,19	21,68	23,48	61,84	0,60	79,16	138,81	131,62	1,27	41,64	43,90	–	–
Jacquier-jacque	14,92	16,86	15,43	31,58	1,02	61,56	107,95	121,14	0,96	77,00	77,71	–	–
Jacquier-tige	41,14	7,54	52,76	73,24	0,41	27,53	48,28	55,09	1,55	21,62	19,41	–	–
Liane (Ipomea)	18,79	20,43	32,57	56,98	0,72	74,62	130,86	119,72	1,12	55,80	50,17	–	–
Liane patate douce	10,79	29,54	21,48	44,40	0,85	107,89	189,20	151,80	1,02	67,73	63,24	3,00	11,50
Manevouki	48,52	6,11	37,39	75,26	0,40	22,32	39,15	64,57	1,58	19,67	22,95	–	–
Manguier-entier	42,33	9,11	39,57	69,20	0,57	33,26	58,33	73,79	1,30	38,74	36,17	1,80	11,00
Manioc	22,22	30,82	27,05	53,51	0,83	112,54	197,35	157,00	1,05	63,88	59,27	–	–
Mimosas	27,51	14,42	46,79	70,54	0,51	52,64	92,32	88,50	1,38	32,73	27,26	–	–
Panicum maximum	19,91	19,21	31,89	61,83	0,65	70,17	123,04	115,48	1,18	49,46	47,82	2,9	2,4
Sandragon-entier	32,30	26,89	38,01	62,99	0,53	98,22	172,23	140,21	1,36	34,04	29,48	2,00	9,40
Sandragon-feuille	29,67	32,13	30,69	58,74	0,65	117,32	205,73	159,21	1,22	46,02	38,35	–	–
Sandragon-tige	36,88	7,83	57,19	75,56	0,33	28,60	50,15	51,11	1,73	12,26	11,32	–	–
Son de riz	92,66	15,55	31,05	60,42	0,63	56,79	99,58	106,25	1,23	44,57	50,43	12,60	1,30
Soutounele	34,87	5,14	39,56	74,36	0,52	18,76	32,90	56,31	1,36	34,36	27,33	–	–
Ti_almanba (Bidens Pilosa)	29,54	17,55	35,94	63,69	0,56	64,10	112,41	105,69	1,27	40,99	38,16	3,00	8,00
Tulipier du gabon-entier	33,36	17,70	31,37	50,74	0,64	64,65	113,36	115,04	1,23	44,82	41,66	1,70	22,00
Tulipier du gabon-feuille	33,33	22,43	20,54	38,22	0,81	81,91	143,64	136,06	1,07	61,39	57,14	1,40	31,00
Tulipier du gabon-tige	33,62	9,76	44,53	59,15	0,49	35,63	62,49	73,01	1,42	30,05	29,44	1,90	12,5
Ylang-entier	29,32	19,45	26,67	50,30	0,72	71,02	124,54	124,41	1,15	52,18	46,16	–	–

Ce sont donc des éléments antinutritionnels qui pénalisent la valeur azotée des fourrages. Des recherches sont en cours pour évaluer la teneur en tannins des fourrages de Mayotte et ajuster leur valeur azotée. Les ligneux sont également générateurs de refus/non consommables

(tiges). Pour obtenir une quantité ingérée donnée, il faut en distribuer 50% de plus en moyenne donc en couper 50% de plus. Les ligneux sont disponibles autour des exploitations en saison humide et la distance à parcourir pour en disposer augmente au fur et à mesure que la saison sèche avance. Ce sont donc des fourrages peu coûteux en termes financiers car prélevés dans la nature mais coûteux en termes de temps et de main d'œuvre (Aubriot et al., 2011).

En conclusion, les arbustes fourragers constituent la base des rations chez les éleveurs traditionnels et une substitution de haute qualité à la canne fourragère chez les éleveurs en voie de professionnalisation. Ces espèces sont encore considérées comme invasives à Mayotte. Leur utilisation accrue en élevage amène à réfléchir à la mise en œuvre d'une meilleure gestion écologique de ces espèces, voire de leur mise en culture s'il s'avère que les prélèvements pour l'alimentation des animaux dépassent les capacités de régénération naturelle.

#### 3.4.2.2 Les graminées

Les graminées telles que la canne fourragère, le gazon coco, le *panicum maximum* et le *brachiaria* ont des valeurs énergétiques comprises entre 0,60 et 0,67. Les teneurs azotées sont plus disparates : les cannes fourragères atteignent seulement 82 en PDI tandis que le *Panicum maximum* atteint 123. Le potentiel maximal de la canne fourragère est atteint lorsqu'elle mesure 1,5 m. A delà, elle commence à se lignifier et les valeurs nutritionnelles diminuent. Or, à Mayotte, les éleveurs coupent la canne lorsqu'elle a atteint une hauteur de 2 m - 2,5 m. Ceci explique donc les valeurs moyennes des cannes fourragères mesurées. Les cannes principalement distribuées sont la Banagrass et la canne sauvage. La canne à sucre a été considérée à part puisqu'elle est volontairement récoltée à un stade de maturité tardif afin d'obtenir un taux de sucre élevé. Sa teneur en énergie est donc élevée (0,77 UFL).

Contrairement aux autres graminées, les cannes fourragères et sucrières sont déficitaires en azote dégradable. Leur distribution doit donc être complétée par des concentrés adaptés, riches en azote comme les ligneux fourragers. La liane de patate douce sort du lot car elle est très appréciée, possède une bonne valeur énergétique (0,86 UFL) mais surtout une valeur azotée atteignant des taux comparables à celle de certains concentrés de production (174 g/kg MS) avec une très bonne proportion d'azote dégradable dans le rumen. Cependant son taux de matière sèche est relativement faible et sa disponibilité limitée dans le temps.

#### 3.4.2.3 Le bananier

Le tronc de bananier est constitué d'environ 93% d'eau et présente donc le taux de matière sèche le plus faible. Sa valeur énergétique est correcte (0,76 UFL) contrairement à sa valeur azotée (5,8% de MAT). Le tronc de bananier constitue l'apport d'eau principal pendant la saison sèche dans de nombreux élevages et notamment ceux dont le point d'eau est éloigné du lieu d'élevage. Il est plus facile pour l'éleveur de transporter un tronc de bananier que des seaux d'eau. Les volumes de tronc de bananier distribués sont élevés. Ce fourrage, s'il est distribué en premier, mobilise une part importante de la capacité d'ingestion des animaux, pour des apports en énergie et en azote dégradable limités. L'ordre de distribution des fourrages pauvres est donc à prendre en considération car il limite l'ingestion de fourrages de meilleure qualité telle que les ligneux s'ils sont distribués en premier.

### 3.4.2.4 Une grande diversité des ressources

L'utilisation successive de fourrages nombreux, non cultivés, récoltés au gré des disponibilités et de qualité disparate, et l'absence d'une gestion planifiée de l'alimentation des animaux soulève le problème de la transition alimentaire pour les vaches laitières. En effet, en distribuant des régimes alimentaires très différents sans transition, l'environnement ruminal et la proportion des différents types de bactéries (cellulolytiques ou amylolytiques) se trouvent profondément modifiés, et les populations microbiennes n'ont pas le temps de s'adapter au nouveau régime. La diversité des ressources est à la fois un avantage et un inconvénient : un avantage quand différentes ressources s'avèrent complémentaires dans la couverture des besoins d'un animal en lactation, et un inconvénient si la gestion du système d'alimentation n'est pas planifiée (absence de report fourrager, distribution uniforme des concentrés) avec des risques de ruptures d'approvisionnement ou de changement brutal de fourrage.

L'alimentation des bovins à Mayotte montre des spécificités originales. Pour valoriser ces résultats, l'équipe du PAZEM participe au programme « Tables alimentaires en régions chaudes » coordonné par l'INRA, le CIRAD et l'AFZ avec le soutien de la FAO. Ce projet vise à réaliser les tables alimentaires de fourrages/concentrés issus des régions tropicales et méditerranéennes pour tous les animaux d'élevage. 700 fiches doivent être rédigées d'ici fin 2013 par l'AFZ. Chaque fiche détaille la taxonomie, l'écologie, les recommandations sur l'utilisation pour les animaux d'élevage, l'impact environnemental de la production et de l'utilisation et la table de composition nutritionnelle (indiquant la provenance des échantillons). Le site internet consacré à ses fiches que met en place l'AFZ (figure 46) a pour but de remplacer l'actuel site de la FAO : « système d'information des ressources en alimentation animale » dont les données ne sont plus actualisées. Deux fiches seront rédigées grâce aux données du PAZEM : le tulipier du Gabon et l'avocat marron.

The screenshot shows the 'Tables Régions Chaudes' website, a project by INRA-CIRAD-AFZ. The header features the title and a navigation menu with links like Home, Editorial board, Disclaimer, Methodology, Links, Forums, Help, and Admin. A search bar is located on the left. The main content area displays the entry for 'Lebbek (Albizia lebbek)'. It includes three images of the tree and its leaves. The text provides common names (East Indian walnut, frywood, koko, lebbek, lebbektree, siristree, women's tongue tree, lebbekboom, ébano oriental, coração de negro, língua de mulher, língua de sogra), the scientific name (Albizia lebbek (L.) Benth. [Fabaceae]), and a list of synonyms. A description at the bottom states: 'Lebbek (Albizia lebbek (L.) Benth.) is a deciduous, perennial and medium-sized legume tree. It reaches 3-15 m in plantations and up to 30 m in the open. Its dense shade-producing crown can be as large as 30 m in diameter. Leaves'.

Figure 49 : Exemple de fiches fourragères publiées sur le site "tables régions chaudes"

A termes, nous pourrions également compléter des fiches déjà existantes avec les valeurs alimentaires des fourrages mahorais (canne fourragère, glyricidia).

## 3.5 Rationnement des animaux

### 3.5.1 Ration\_VL

A l'occasion de la formation sur l'alimentation des ruminants en février 2010 (cf rapport d'activité du PAZEM en 2010), l'ensemble des partenaires techniques et institutionnels du PAZEM avait pu découvrir le logiciel Ration\_VL, dont le paramétrage avait été adapté au contexte mahorais. Nous ne disposions alors d'aucune valeur alimentaire des fourrages mahorais et nous avons réalisé des rations fictives afin de prendre en main l'outil. Disposant maintenant de la base de données des valeurs alimentaires des fourrages mahorais et de nombreux exemples de rations observés en élevage, nous pouvons utiliser Ration\_VL pour évaluer le potentiel des rations mises en œuvre par les éleveurs mais surtout proposer de nouveaux plans de rationnement.

La première étape va permettre à l'utilisateur de paramétrer l'ensemble des caractéristiques individuelles de l'animal pour lequel il va essayer de mettre en œuvre une ration. Par exemple, nous souhaitons établir la ration d'une vache de 320 Kg de type croisée en fixant un objectif de production de 10 l / j. Une fois cette première étape réalisée, l'utilisateur définit l'ensemble des aliments que la vache a ingéré dans la journée (Figure 47). Ici, la ration est composée de 30 kg de canne fourragère et de 3 kg d'aliment concentré de type R1. La dernière étape consiste simplement à analyser les résultats des calculs réalisés par le logiciel :

- Couverture des besoins d'entretien de l'animal (énergie, protéine, minéraux) ;
- Couverture des besoins de production (énergie, protéine, minéraux) ;
- Production laitière permise par la ration et identification des nutriments limitants.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	INRA			Valeurs des aliments										RATION INGEREE									
2		MS	UFL	PDIN	PDIE	PDIA	Ca	P	UEL	CB	Ingestion			UFL	PDIN	PDIE	PDIA	Ca	P	UEL	CB	VEF	UFLf
3	FOURRAGES	%		(g/kg MS)										(g/kg MS)									
4	Gazon coco M	26,0%	0,61	85	91	49	7,9	3,3	1,24	346			0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
5	Panicum maximum M	20,0%	0,63	72	71		2,9	2,4	1,00				0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
6	Feuilles manioc M	15,0%	0,70	170	120		9,8	5,2	1,00				0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
7	Tronc bananier M	5,5%	0,74	36	62	21	7,3	1,8	1,10	309			0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
8	Bois noir M	27,7%	0,75	176	149	100	4,0	2,4	1,00				0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
9	Avocat marron M	36,3%	0,70	135	126	77	7,1	1,6	1,17	325			0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
10	Gliricidia M	30,4%	0,75	173	147	99	6,3	1,3	1,14	282			0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
11	Cannes fourragères	22,3%	0,62	65	79	37	2,5	3,8	1,22	359	30		6,69	4,15	436	527	248	16,7	25,4	8,2	2402		
12	Ensilage Canne fourragère M	31,0%	0,45	43	41		4,9	1,3	1,00				0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
13	Mais ensilage M_B	31,0%	0,73	51	59	18	3,2	2,0	1,00				0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
14	Mais ensilage M_C	27,0%	0,66	93	67	18	13,4	2,1	1,00				0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
15	Foin Canne fourragère M	92,0%	0,64	43	60		3,8	1,6	1,00				0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
16	Feuilles de bananier M	19,0%	0,65	144	130	82	6,2	1,8	1,20	270			0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
17	Bagasse	55,0%	0,35	12	34	7	0,9	0,3	1,65	470			0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
30	Liane de patate douce	11,0%	0,81	162	136	92	10,6	3,1	1,03	253			0,00	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
31																							
32	CONCENTRES	MS		( / kg brut)										valeurs exprimées / kg MS									
33	Mais	90,0%	1,27	82	120		0,3	3,5	0,00				0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
34	Son de blé	90,0%	0,90	114	96		1,5	12,8	0,00				0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
35	Son de riz	90,0%	0,88	73	70		0,7	15,0	0,00				0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
36	Tourteau de coton	90,0%	0,92	316	213		2,2	11,0	0,00				0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
37	Tourteau de soja	90,0%	1,14	348	241		3,4	7,0	0,00				0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
38	Cristal (Sanders)	90,0%	0,00	0	0	0	180	80	0,00	0			0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
39	Farine basse de riz (Inra)	90,0%	0,91	109	101	76	0,4	1,7	0,00				0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
40	Mascarin (Urcoopa)	90,0%	0,00	0	0	0	150	60	0,00	0			0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
41	Urée (Inra)	90,0%	0,00	1443	0	0	0,0	0,0	0,00	0			0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
42	Unilait Tropic Terrena	90,0%	1,02	283	174	120	12,3	9,8	0,00				0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
43	B45	90,0%	1,21	248	198	131	8,4	5,9	0,00				0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0		
44	R1	90,0%	1,28	207	185	120	12,6	9,0			3		2,7	3,11	503	450	292	30,6	21,9	0,00	0		

Figure 50 : Ration\_VL paramétré avec l'ensemble des valeurs alimentaires de la base de données mahoraise

	UFL	PDIN	PDIE	Ca	P
Besoins (hors PL)	3,4	246	246	19	13
Apports de la ration	7,3	938,7	976,3	540,1	64,1
lait4% (kg) permis par la ration :	8,7	14,3	15,1	11,2	91,9

Figure 51 : Type de résultats sous Ration\_VL

On constate que dans cet exemple de ration, l'animal pourra produire 8,7 litres de lait (figure 48). Le facteur limitant est l'énergie et on peut l'expliquer par une faible valeur alimentaire de la canne fourragère (coupe tardive). Sur le plan azoté, cette ration aurait permis de produire 14,3 litres de lait. Les premières analyses de valeurs alimentaires montrent que le déficit de la ration en calcium est un des facteurs limitant de la production laitière les plus fréquents. Ce résultat n'est pas étonnant compte tenu du faible recours aux aliments concentrés et aux compléments minéraux et vitaminés (CMV).

L'examen des productions de lait théoriques permises par les quantités de nutriments réellement ingérées quotidiennement et des productions de lait mesurées montre des écarts élevés (figure 49).

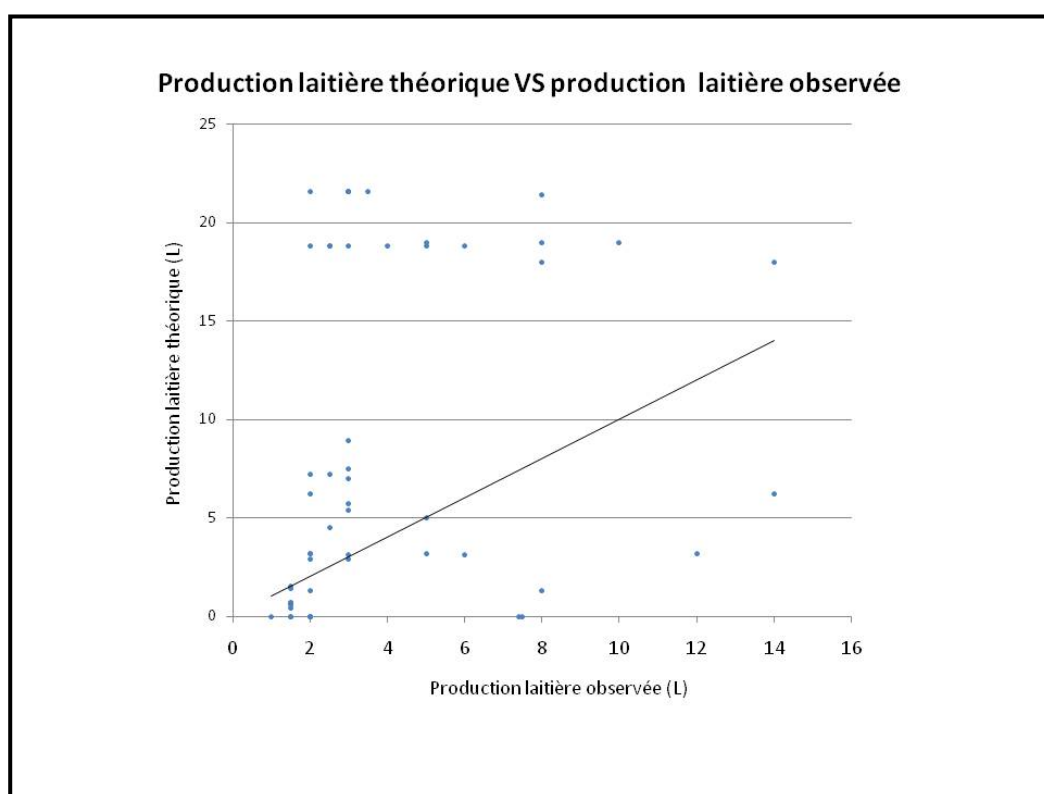


Figure 52 : Relation entre production prédite par Ration\_VL et production observée

Pour expliquer la distorsion importante observée entre la production laitière permise par la ration et la production laitière observée, plusieurs hypothèses peuvent être avancées, dont certaines remettent en partie en cause la méthode de collecte de l'information utilisée.

- Le lait potentiel permis par la ration est calculé sur la base d'un taux butyreux de 4% et un taux protéique de 3,1%. Un lait plus gras nécessite davantage d'énergie pour sa production, à volume égal ( $PL = PL_{4\%} / (0,4 + (0,015 * TB))$ ). Dans notre étude, la composition du lait a



été fixée à l'identique pour tous les animaux de même type génétique (TB=3,9% et TP=3,1% pour les animaux de race montbéliarde et les croisés, selon les valeurs moyennes françaises, et TB=5,5% et TP=3,1% pour les zébus, mais ceux-ci sont rarement traits), dans la mesure où nous ne disposons pas d'analyse de lait à Mayotte.

- Une deuxième raison invoquée était l'abreuvement des vaches laitières, probablement insuffisant dans certains élevages. Jusque à présent, la quantité d'eau apportée quotidiennement aux animaux n'avait jamais été évaluée. Il a donc été décidé de suivre plus attentivement les quantités d'eau bues par les animaux et les pratiques d'abreuvement au cours du suivi. Les pratiques sont diverses : des abreuvoirs automatiques, des petits bacs remplis régulièrement ou de gros bacs remplis une fois par semaine. Après confrontation des apports totaux en eau (eau d'abreuvement et eau issue de la ration alimentaire) avec les besoins, peu d'animaux sont en situation de déficit hydrique. Par contre, l'examen des pratiques a mis en exergue un problème de qualité de l'eau. Les bacs remplis une fois par semaine deviennent des milieux propices au développement de bactéries et des moustiques. Les bacs sont également rarement nettoyés. Les animaux boivent donc dans certains élevages une eau de qualité très moyenne. Toutefois, les conséquences sur la production laitière sont difficiles à estimer.
- Les ligneux peuvent contenir des tannins, composés qui s'associent aux protéines pour former des complexes insolubles qui diminuent la disponibilité et la digestibilité des protéines alimentaires. Avec une ration riche en tannins, on surestime le potentiel des rations donc la production laitière théorique permise par les nutriments.
- Les données de production laitière collectées sont-elles réellement fiables ? Dans certains élevages les vaches laitières sont en présence de leur veau une partie de la journée. Dans une majorité de cas, le veau est près de sa mère lors de la traite afin de faciliter l'extraction manuelle. L'éleveur, après avoir traité, laisse le veau téter. En période de Ramadan, le lait est très peu consommé par les mahorais, les éleveurs laissent donc beaucoup de lait pour le veau ou décident même de ne plus traire. Les mesures de production laitière sont donc faussées dans certains élevages.
- Outre la fiabilité des données laitières, l'environnement de l'animal semble être un paramètre déterminant pour expliquer la distorsion entre production permise par la ration et production observée. Le climat chaud et humide de Mayotte engendre une diminution de l'ingestion chez les animaux et en particulier les animaux de race Montbéliarde ou issus de croisement Zébu x Montbéliarde. De plus, les vaches utilisent une partie de l'énergie ingérée pour assurer la régulation de leur température corporelle. Comme nous l'avons précisé précédemment, certains élevages ont des bâtiments bas de plafond où l'air circule mal. La chaleur et l'humidité dégagées par les animaux, combinées au climat tropical, créent des situations peu propices à l'expression du potentiel génétique laitier.

Pendant la saison sèche, la température ambiante moyenne est de 24°C sur l'ensemble de l'île pour un taux d'humidité d'environ 60%. Par contre lors de la saison humide ce taux peut atteindre 95% et la température moyenne se situe aux environs de 28°C avec des pics à 33°C. La température ambiante idéale pour des vaches laitières se situe entre 5 et 25°C. Un taux d'humidité élevé peut avoir un effet sur la température ressentie par l'animal mais 25°C représente une température à ne pas dépasser pour avoir un confort maximal des animaux. Au-delà les animaux sont soumis à un stress thermique, la santé et les performances zootechniques sont alors affectées. Un index synthétique température-humidité (THI) a été proposé pour apprécier le confort thermique des bovins élevés en régions chaudes (JOHNSON HD. 1980). Le calcul du THI retenu prend en compte les valeurs de température ambiante et d'humidité relative selon l'équation suivante:

$$THI = 1,8 * T - (1 - HR) * (T - 14,3) + 32$$

avec T=Température en °C et HR=Humidité Relative. Les vaches sont en stress thermique dès que le THI dépasse 72. Or, à Mayotte, l'index THI varie entre 71 et 82. Les animaux sont donc en stress thermique important pendant la quasi-totalité de l'année, et plus particulièrement pendant la saison humide et les intersaisons. Durant la saison sèche les animaux sont à la limite d'un début de stress.

### 3.5.2 Appui aux producteurs pour l'amélioration des rations

Grâce à Ration\_VL, il est possible d'aider l'éleveur à améliorer ces rations. Les restitutions des données du suivi alimentaire sont l'occasion d'évoquer les notions primordiales en rationnement bovin avec les éleveurs et les bouviers. Des rations adaptées aux objectifs de production sont proposées (Tableau 15-16).

*Tableau 15 : Proposition de rations pour les animaux de type Montbéliard*

	Ration à base de canne fourragère	Ration à base d'avocat marron	Ration à base de gazon coco
Objectif 5L	65kg	40kg	55kg
Objectif 10L	65kg	40kg	55kg
	1kg de B45	1kg de B45	1kg de B45
	1kg de R1	1kg de R1	1kg de R1
Objectif 15L	65kg	40kg	55kg
	2kg de B45	2kg de B45	2kg de B45
	2kg de R1	2kg de R1	2kg de R1
Objectif 20L	65kg	40kg	55kg
	3kg de B45	3kg de B45	3kg de B45
	3kg de R1	3kg de R1	3kg de R1

*Tableau 16 : Proposition de rations pour les animaux de type croisé*

	Ration à base de canne fourragère	Ration à base d'avocat marron	Ration à base de gazon coco
Objectif 5L	50kg	30kg	45kg
Objectif 10L	65kg	40kg	55kg
	1kg de R1	1kg de R1	1kg de R1
Objectif 15L	65kg	40kg	55kg
	1kg de B45	1kg de B45	1kg de B45
	2kg de R1	2kg de R1	2kg de R1

## 4 Eléments de réflexions

### 4.1 Optimiser le potentiel zootechnique

Nous avons vu dans ce rapport que l'arrivée de sang Montbéliard dans le pool génétique mahorais avait permis une amélioration des performances zootechniques. Cependant, il convient ici de reprendre les réflexions que J.P Poivey avait émises dans sa définition d'un schéma d'amélioration génétique des bovins mahorais (Poivey, 2007). En effet, l'auteur remarque que les conditions d'élevage n'avaient pas évolué conjointement avec l'amélioration de la génétique. Même si les productions des animaux exotiques étaient supérieures à celles des animaux locaux, de très grandes marges de progression existaient pour optimiser le potentiel zootechnique des animaux de type Montbéliard (alimentation, bâtiments inadaptés, absence de filière). En effet, les performances laitières, les performances de reproduction et les paramètres zootechniques des espèces exotiques sont loin d'atteindre leur potentiel observé dans d'autres contextes tropicaux.

Aujourd'hui se pose la question du devenir des différentes populations bovines présentes à Mayotte et des options d'amélioration génétique à mettre en œuvre pour assurer la pérennisation de ces populations et des productions bovines locales. De façon implicite, sans une action rapide et concertée, on se dirige vers une absorption du sang zébu par le sang Montbéliard. Même si la conduite d'animaux de race Montbéliarde inquiète la plupart des techniciens qui en mesurent bien les limites, aucun schéma d'amélioration génétique cohérent n'a été proposé jusqu'à présent, pour la création d'une nouvelle population à la fois productive et adaptée au contexte mahorais. La question du devenir de la population de zébus mahorais est passée sous silence ; elle est condamnée à disparaître dans des termes plus ou moins longs, avec le développement de l'insémination artificielle. A l'heure où la structure génétique du cheptel bovin est déjà significativement impactée par le croisement Montbéliard, où des reproducteurs métis commencent à circuler entre les éleveurs, où l'insémination devient un outil véritablement opérationnel, tous les professionnels de l'élevage de ruminants sont conscients qu'il est important et urgent de concevoir un projet génétique clair et cohérent sur le long terme, qui intègre un programme de conservation des ressources génétiques locales, couplé à un programme d'amélioration rapide et durable des aptitudes zootechniques et génétiques des populations de bovins locaux, basé sur des croisements avec des races exotiques.

Une des grandes particularités de l'élevage mahorais est sa capacité à proposer des produits locaux (lait frais ou caillé, viande sur pied) très rémunérateurs : le lait frais se vend entre 3 et 4 € le litre et la viande de bovin à plus de 12 € le kg, soit à des prix largement supérieurs aux produits importés (lait en poudre ou UHT, viande congelée). Ces prix s'expliquent par la valeur cérémonielle et culturelle qui est associée à ces produits, et qui leur assure un débouché sûr, d'autant que la demande dépasse largement l'offre (Corniaux et al., 2009). Il y a donc un enjeu économique important à développer le niveau des productions animales chez les éleveurs qui en tirent un revenu. Il s'agit d'améliorer par croisement les performances zootechniques (production numérique, croissance, production laitière) qui débouchent sur des produits rémunérateurs, tout en conservant les caractères d'adaptation aux contraintes locales (résistance aux maladies infectieuses et parasitaires, adaptation au climat et à la variabilité des fourrages disponibles) afin de limiter les charges opérationnelles.

Si la place des éleveurs ayant initié une démarche d'intensification et de commercialisation de produits animaux est amenée à croître, il ne faut pas oublier qu'ils sont au plus une centaine et ne détiennent que 2 000 têtes. Les 4 000 petits producteurs pluriactifs en élèvent 15 000 et

représentent incontestablement le gros des abattages. Leur poids dans les filières de la viande bovine, ovine et caprine locale n'est donc pas à négliger. Ces éleveurs seront particulièrement concernés par la conservation des aptitudes génétiques à produire en milieux difficiles que présentent les races locales. Celles-ci ont donc un rôle à jouer particulièrement important dans la mise en œuvre des plans de développement de l'élevage des ruminants sur l'île. Elles s'insèrent dans les systèmes de production locaux et les objectifs des différentes catégories d'éleveurs, aussi bien en race pure qu'en croisement.

En dépit d'une compétitivité hors-prix, l'élevage mahorais ne peut satisfaire la demande locale. En effet, les importations de produits animaux (lait et viande) sont en hausse constante (10 % / an) et représentent aujourd'hui plus de 90 % des quantités consommées (Corniaux et al., 2009). Les circuits des produits laitiers et des viandes importés sont totalement déconnectés de la production locale. La Laiterie de Mayotte (LDM) représente un opérateur important et est la seule laiterie de l'île. Elle dispose d'un outil industriel performant aux normes européennes. A partir uniquement de poudre de lait importée, la LDM propose une gamme de yaourts et de lait caillé, distribuée à travers le réseau des GMS et des supérettes sur l'ensemble de l'île. Pour la viande, les deux grands groupes locaux de la distribution (Sodifram et Jumbo Score) importent une large gamme de produits allant de demi-carcasses aux pièces de découpe (bas morceaux aux morceaux nobles). Mais la distinction fondamentale se fait sur le type de conservation : viande congelée ou viande fraîche. Ces opérateurs et d'autres comme l'association des restaurateurs affirment chacun être intéressés par les produits animaux locaux, mais sous réserve d'un approvisionnement régulier, une quantité et une qualité accrues et garanties, et pour un prix abordable. Il y a donc un enjeu fort, pour les organisations de producteurs, et en particulier la coopérative CoopADEM, autour de l'augmentation durable de la production pour le développement de nouveaux débouchés commerciaux. Celle-ci envisage d'ailleurs de mettre en place des structures de transformation en filiales, un abattoir de ruminant d'ici 2016 et une laiterie d'ici 2014.

L'analyse des performances zootechniques nous permet dès à présent de proposer quelques pistes d'amélioration :

- La viabilité des veaux est directement liée aux conditions de vêlage (hygiène des locaux, surveillance, intervention de l'éleveur) et aux soins préventifs apportés après la naissance (soins du nombril, préventions des maladies infectieuses et parasitaires) ;
- la croissance du veau est directement liée à l'alimentation de sa mère durant les trois derniers mois de gestation et les 3 premiers mois de lactation ;
- Le taux de mise bas est lui aussi étroitement dépendant des conditions d'alimentation. Il est aussi largement conditionné à Mayotte par la disponibilité des semences de races améliorées pour les éleveurs qui souhaitent augmenter le niveau génétique de leur troupeau. Une réflexion doit être initiée sur le groupage saisonnier des naissances en relation avec différents critères, techniques, économiques et culturels ;
- La production laitière peut être améliorée en actionnant divers leviers : amélioration de la couverture des besoins alimentaires (prise en compte de la baisse d'ingestion liée aux fortes températures, corrections des déséquilibres nutritionnels), synchronisation des démarrages de lactation en saison favorable (disponible fourrager, climat), préventions sanitaires (mammites)...

En intégrant l'ensemble de ces paramètres dans une démarche de conseils aux éleveurs, il sera possible de lever les contraintes à la production qui limite actuellement les performances zootechniques des bovins mahorais.

## **4.2 Optimiser le potentiel des fourrages locaux**

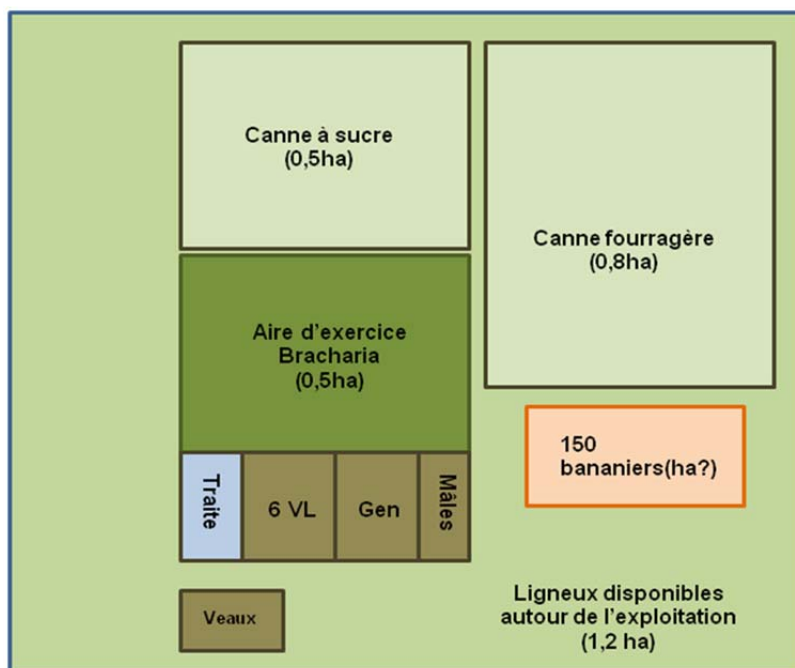
L'analyse des fourrages a fait apparaître deux points fondamentaux dans la qualité des fourrages mahorais :

- Les espèces fourragères implantées à Mayotte pour leurs caractéristiques agronomiques ne sont pas exploitées à leur potentiel optimal. La canne fourragère est souvent coupée très tardivement (plus de 2 mètres pour beaucoup d'éleveur) et la faible valeur alimentaire met en évidence le dépôt de lignine dans cette canne fourragère trop âgée. Une coupe à un stade plus précoce (coupe à moins de 1,50 mètres) permettrait à la fois d'améliorer la valeur alimentaire du fourrage mais aussi d'augmenter le nombre de coupe sur un cycle annuel. Il faut également s'interroger sur la pertinence d'une amélioration des itinéraires phyto-techniques grâce à des pratiques comme la fertilisation ou les reports fourragers. Il faudra dans ce cas accompagner les indices de production fourragère (biomasse, rendement à l'hectare...) d'indices économiques pour que l'éleveur juge de l'opportunité de ces nouvelles pratiques dans son système de production.
- Les premières analyses de valeurs alimentaires réalisés sur les ligneux très largement utilisés à Mayotte dans l'alimentation bovine ont montré qu'il s'agissait d'aliments très riches en azote. De plus, ces fourrages se sont avérés très riches en matière sèche contrairement au tronc de bananier largement utilisé à Mayotte également. La plupart de ces ligneux étant des espèces invasives, on peut penser que leur exploitation par les éleveurs va dans le sens d'un contrôle de la dissémination de ces espèces. Il ne faut toutefois pas considérer les ligneux comme la panacée. En effet, ceux-ci ne sont pas encore cultivés en tant que fourrage et leur cueillette se fait donc au prix de longues heures de travail dans les forêts mahoraises. Cette utilisation ne sera donc sans doute plus aussi aisée si la main d'œuvre venait, dans un avenir proche, à être contractualisée. Il faut aussi nuancer cette richesse des ligneux par des taux de refus assez importants liés au fait que les bovins ne consomment que les feuilles de ces arbres.

L'optimisation de ces deux types de fourrages ne pourra se faire sans une vraie réflexion sur la gestion des surfaces agricoles. En effet, c'est seulement lorsque les éleveurs pourront identifier clairement les surfaces allouées à l'élevage (et seulement à l'élevage) qu'ils pourront raisonner leur système fourragers et envisager la rotation des cultures et la gestion de la fertilité des sols. Cette réflexion serait une avancée majeure dans l'intégration de l'élevage dans le système de production de chaque exploitation (optimisation des relations agriculture-élevage).

## **4.3 Exemple de système de production viable dans le contexte mahorais**

Au vue de l'ensemble des données techniques exposé dans ce référentiel, il est désormais possible d'entamer une réflexion globale sur les différentes composantes du système de production (système d'élevage, système d'alimentation, gestion économique). Afin d'initier ce type d'approche, l'exemple décrit un élevage de 6 vaches laitières sur une exploitation de 3,5 hectares (figure 41).



*Figure 53 : structure de l'exploitation laitière modélisée*

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Exploitation laitière
- Eleveur à plein temps sur l'exploitation
- Exploitation de 3,5 ha (avec ligneux)
- 6 vaches laitières de type croisée, 15L de lait au pic de production
- Vêlages groupés début mai
- Pic de production pendant la saison des mariages
- 6 animaux vendus par an
- Investissements sur 5 ans

Les données du suivi dynamique de ration ont permis d'établir les besoins en alimentation et ainsi de déterminer les quantités de fourrages et de concentrés nécessaires (figure 51). Cette approche technique a été complétée par les données économiques récoltées dans le cadre de la typologie économique des exploitations bovines (figure 52).

La simulation permet d'estimer in fine la marge annuelle brute dégagée par cette exploitation (recettes « lait » + « animaux » moins les charges et les amortissements). Cette analyse est une première réflexion sur le potentiel de l'élevage bovin et elle ne doit pas être prise comme une solution en soi. De très nombreux systèmes comme celui-là pourront être élaborés par les acteurs du développement de l'élevage à Mayotte, grâce au transfert des outils de suivi et de récolte de données technico-économiques.

Besoins en fourrages et concentrés
- 0,8ha de canne fourragère : 3 coupes/an et rdt de 15t MS/ha/an : <b>51,5</b> tonnes produites en vert
- 0,5ha de canne à sucre : 2 coupes/an et rdt de 17t MS/ha/an : <b>33</b> tonnes produites en vert
- 1,2 ha de ligneux : 1 coupe/an et rdt feuille de 5t MS/ha/an : <b>17,4</b> tonnes produites en vert
- 150 bananiers de 60kg soit <b>9</b> tonnes produites en vert
- <b>11,8</b> tonnes de concentrés
- <b>9</b> sacs de poudre de lait

Figure 54: caractéristiques du système d'alimentation

Les Charges	
Charges annuelles	Investissements
Cotisation ADEM = <b>61,92€</b>	Bâtiments = <b>7 000€</b>
Cout intrants = <b>158,38€</b>	Broyeur = <b>10 000€</b>
Cout petit matériel = <b>276,28€</b>	Machine à traire = <b>3500€</b>
Cout fonctionnement du "gros" matériel = <b>236,85€</b>	
Cout véhicule = <b>6 937,67€</b>	
Cout location matériel = <b>444,69€</b>	
Cout électricité = <b>300€</b>	
Cout réseau = <b>530,31€</b>	
frais vétérinaire (part éleveur) = <b>230€</b>	
Concentrés = <b>4838€</b>	
Poudre de lait = <b>720€</b>	
<b>TOTAL Charges = 14 734€</b>	<b>TOTAL Investissements = 20500€</b>

Les recettes	
Lait	Vente d'animaux
18 360L à 2,5 € le litre = <b>45 900€</b>	2 mâles de 6 mois = <b>2 400€</b>
	2 génisses de 2 ans = <b>5 000€</b>
	1 vache de réforme = <b>3 200€</b>
	0,5 taureau = <b>2 000€</b>
<b>TOTAL Lait = 45 900€</b>	<b>TOTAL Vente d'animaux = 12 600€</b>

Figure 55: caractéristiques économiques

## 4.4 Le développement des filières bovines à Mayotte

### 4.4.1 La valorisation des productions animale (Corniaux et al., 2009)

Afin de réaliser un diagnostic des filières bovines à Mayotte, une analyse de l'ensemble des flux de produits laitiers et carnés observés à Mayotte (flux internes et importations) a été effectuée en 2009 (Corniaux et al., 2009). Concernant les importations, les auteurs ont mis en évidence (figure 53) des taux de croît annuel de l'ordre de 10 % pour le lait UHT, la viande bovine congelée et les fromages frais. Bien qu'il faille rester prudent sur l'analyse de ces données, cette étude complète les résultats issus d'études préalables comme NUTRIMAY (Vernay et al., 2006) et atteste de changements de mode de consommation des produits laitiers et carnés dans la société mahoraise.

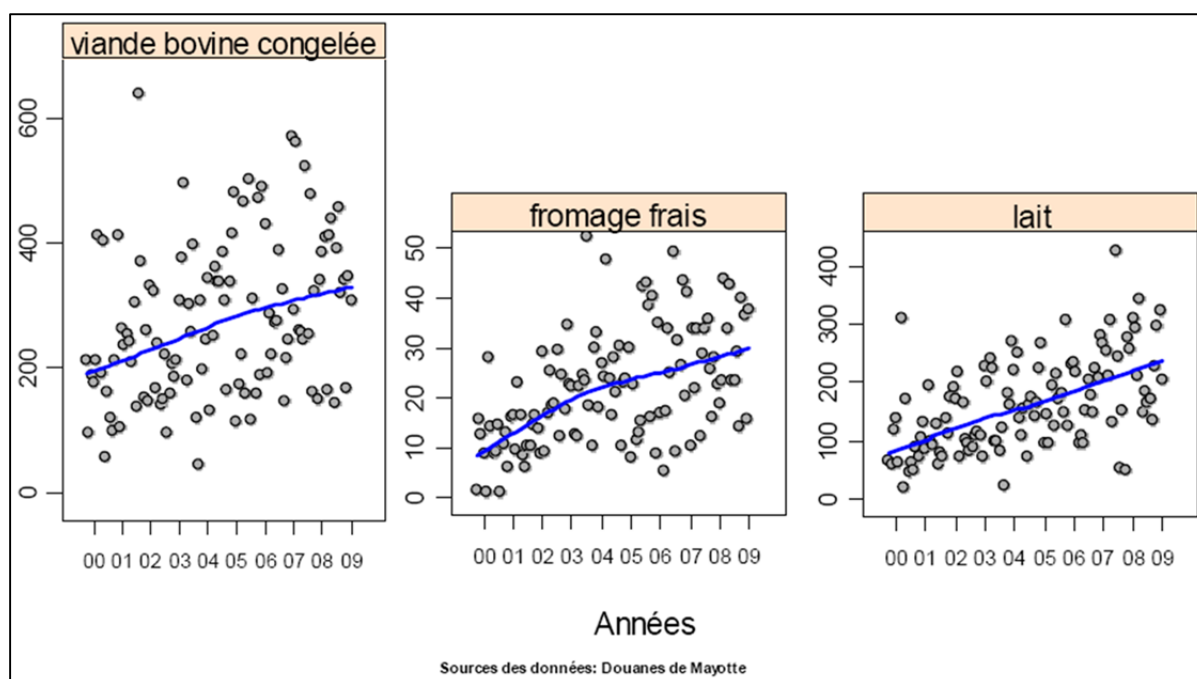


Figure 56 : Evolution mensuelle des importations de viandes congelée (en tonne) et de produits laitiers (en équivalent lait) ;(source : douanes Mayotte) ; la courbe bleue donne l'évolution moyenne.

Dans la filière locale, les prix pratiqués sont très élevés. C. Corniaux fait en effet le constat d'une viande locale à 20 € / Kg (10 € / Kg de poids vif avec un rendement carcasse d'environ 50 %) vendu le plus souvent sur l'exploitation. Concernant le lait, les prix observés sont également très rémunérateurs pour les éleveurs ; ils varient entre 2,5 € et 4€ le litre en fonction du calendrier musulman (Maoulida, Ramadan, Aïd...). Egalement basée sur un circuit très court, la vente du lait se fait le plus souvent en flux-tendu. Certains éleveurs stockent le lait dans des tanks ou des réfrigérateurs, dans les cas de demandes importantes pour des grands mariages par exemple. Face à des produits importés à très bas prix (viande congelée à 5 € le Kg et le litre de lait UHT à 1 €), on comprend aisément que ces produits ne sont pas destinés aux mêmes modalités de consommation :

- Lors de cérémonie traditionnelle, les ménages mahorais ont essentiellement recours aux produits locaux (viande et lait caillé) à des prix importants. Il n'est pas rare de constater à



l'occasion de grands mariage l'abattage de 2 animaux et la consommation de plusieurs centaines de litres de lait ;

- Au quotidien, les ménages mahorais ont plutôt recours aux produits les moins chers (lait en poudre, ailes et cuisses de poulets importées, viande congelée).

Pour synthétiser les différents modes de consommation, les consommateurs impliqués et les volumes en jeu, un schéma synthétique des filières bovines à Mayotte a été proposé (figure 54 et 55).

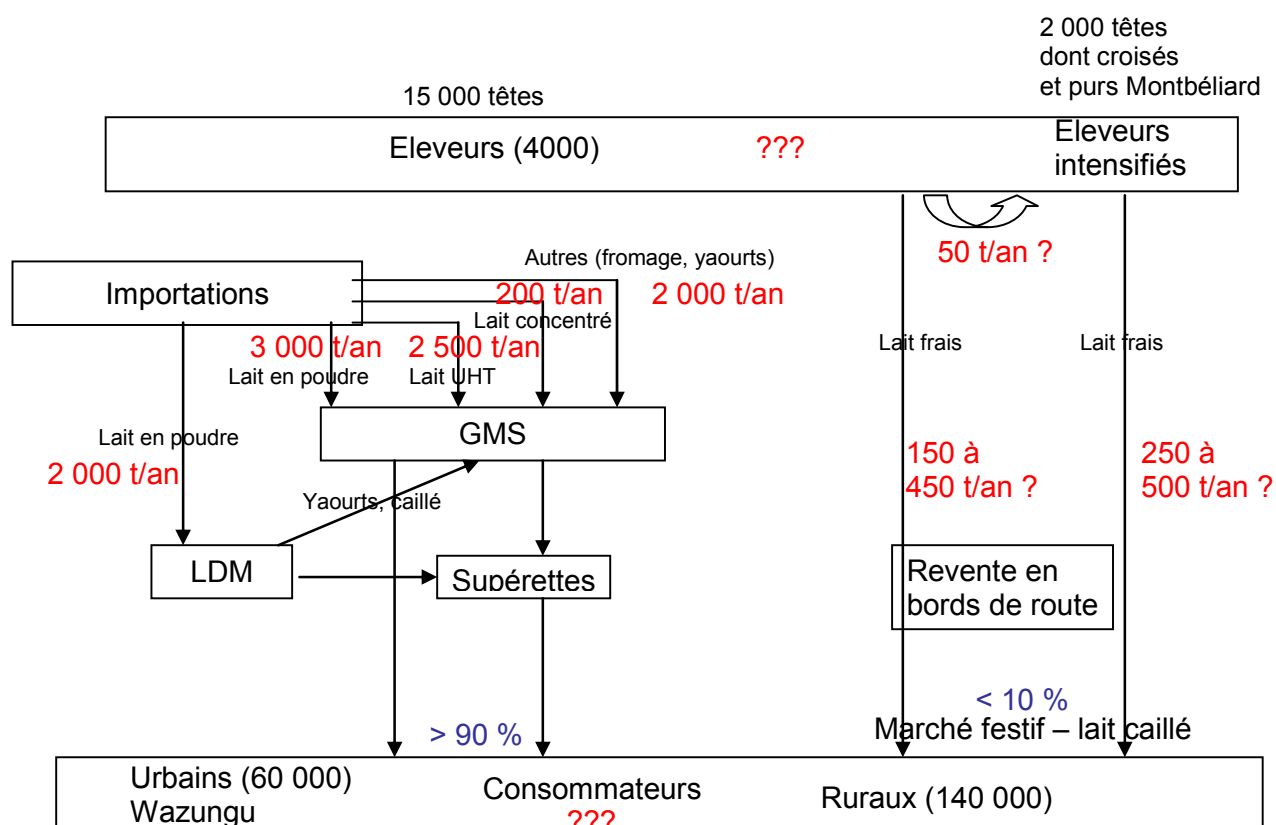


Figure 57 : Schéma de la filière lait à Mayotte (d'après Corniaux et al., 2009)

#### 4.4.2 Des scénarii de développement de la filière

##### La filière laitière

Quatre scénarii d'évolution pour la filière laitière ont été identifiés (Corniaux et al., 2009) :

1. **Statu quo :** Faisant le constat d'une offre largement inférieure à la demande, on peut penser que cette situation est optimale pour les éleveurs qui vendent à la ferme le lait à prix très rémunérateur. C. Corniaux met toutefois en évidence les limites de ce scénario en évoquant l'intensification de la production laitière et l'inévitable chute de la demande qui accompagnera une augmentation conséquente de l'offre de lait sur le marché. Il poursuit en évoquant les contraintes sanitaires qui iront de pair avec la départementalisation de l'île et qui ne manquera pas de focaliser l'attention sur les gros producteurs laitiers qui devront faire évoluer leur outil de production.



4. **Mise en place d'une ou deux exploitations laitières intensifiées de grande taille** : ce scenario est purement théorique et a été proposé dans le but de favoriser une réflexion sur l'autosuffisance en lait de Mayotte. Un élevage de 150 vaches laitières à 20l/j pourrait produire tous les 3 jours 9000 litres et ainsi couvrir le seuil de production de la laiterie de Mayotte. Cependant, ce type d'élevage nécessite un niveau de technicité important, des surfaces fourragères de 40 à 50 ha et de grandes quantités de concentrés. Un tel système est particulièrement sensible à la volatilité du prix des matières premières, céréales et concentrés notamment.

### La filière viande

De la même manière que pour la filière laitière, 5 scenarii d'évolution pour la filière laitière ont été identifiés (Corniaux et al., 2009) :

1. **Statu quo** : Contrairement à la filière laitière, l'augmentation de la production de viande bovine ne devrait pas être considérable dans un avenir à court terme. Ce scenario sera donc exclusivement contraint par l'application des règlements sanitaires et la limitation attendue des abattages traditionnels sans aucun contrôle sanitaire. L'émergence de maladie comme la Fièvre de la Vallée du Rift ou d'éventuelles toxi-infections alimentaires pourraient mettre un terme à ce statu quo et favoriser la création d'un abattoir conforme aux normes en vigueur.
2. **Un abattoir uniquement pour l'abattage cérémoniel** : Dans ce scenario, l'abattoir a uniquement pour but d'assurer des conditions sanitaires satisfaisantes lors de l'abattage. En effet, on estime que 2000 têtes sont abattues annuellement à Mayotte. Ce faible taux d'exploitation ne permettra pas de rentabiliser un abattoir classique. Ces abattoirs traditionnels n'impliqueront pas une modification de pratique des producteurs. En revanche, les consommateurs devront accepter d'abattre les animaux destinés aux cérémonies traditionnelles dans un abattoir rudimentaire où aucune transformation ne sera réalisée mais où seront effectués des contrôles sanitaires.
3. **Valorisation 'une fraction de la viande locale par des bouchers** : Ce scenario s'inspire de l'activité déjà présente de 6-7 bouchers qui abattent des animaux à l'aire d'abattage de Kaweni et vendent la viande à Mamoudzou. Ce scenario propose de mettre ne place des boucheries équipées (respect de la chaine du froid) qui se positionneraient sur un marché de découpe (métropolitains et restaurateurs) qui pourrait mettre en avant la valorisation d'une production local (labellisation). Dans ces conditions, la viande fraîche serait vendu 15-30 € le Kg et concurrencerait les viandes fraîches importées tout en garantissant un prix d'achat à l'éleveur sensiblement identique. Ce scenario serait donc complémentaire du circuit traditionnel et ne concernerait qu'une faible partie de la production totale de viande bovine.
4. **Valorisation d'une fraction de la viande locale par une structure industrielle de transformation** : Ce scenario est sensiblement identique au précédent mais s'inscrit dans un dimension industrielle comme le scenario impliquant la LDM pour la filière laitière. La société UTV a manifesté son intérêt de valoriser de la viande locale pourvu qu'elles remplissent de nombreuses conditions (prix, conformation des carcasses, régularité de l'approvisionnement, préservation de la chaîne du froid, hygiène des viandes). Compte tenu de la faible demande en viande fraîche et du fait que les plus belles carcasses resteront

sur le marché traditionnel pour les grands mariages, ce scenario permet de s'interroger sur la pertinence d'un passage à l'échelle industrielle de la filière des viandes bovines.

5. **Importation d'animaux de Madagascar :** déjà envisagé par les décideurs locaux, ce scenario favorise la commercialisation de viande fraîche importée à bas prix. Bien sur, ce scenario va directement à l'encontre du développement de l'élevage à Mayotte. Pour l'heure, il n'est pas envisageable d'importer d'animaux de Madagascar compte tenu du statut sanitaire du pays mais on peut penser que le pays se dotera dans un avenir à plus ou moins long terme des structures de contrôle nécessaires à l'exportation de leurs bovins. Dans ce cas, la viande malgache rentrera directement en concurrence avec la viande mahoraise.

En conclusion de cette analyse des filières bovines à Mayotte, ces scenarii devraient permettre aux décideurs locaux de cerner l'importance de définir un plan de développement de l'élevage bovin à Mayotte. Dans ce contexte, le PAZEM et le suivi technico-économique mis en œuvre ont permis de lever les difficultés liées au manque de données techniques. Ce rapport a donc pour objectif de pallier ce manque de connaissances techniques et économiques, et de réunir l'ensemble des résultats du PAZEM après quatre années de suivi.

## Références bibliographiques

---

- Aubriot D., Berre D., Nabeneza S., Tillard E., 2011. Les arbustes fourragers à Mayotte : valeurs alimentaires et importance dans les systèmes d'alimentation des élevages bovins laitiers, In 18<sup>ème</sup> Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. INRA / Institut de l'élevage, Paris, décembre 2011.
- Aubriot D. 2011. Suivi dynamique de ration dans les élevages bovins laitiers à Mayotte. Mémoire de fin d'étude d'Ingénieur Agronome, Agro Paris-Tech / Cirad, 110 p.
- Aufrere J. 1982. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. Annuaire zootechnique, 111-130.
- Azevedo M., Pires M., Saturnino HM., Lana AMQ., Sampaio IBM., Monteiro JBN., Morato LE. 2005. Estimation of upper critical levels of the temperature-humidity index for 1/2, 3/4 and 7/8 lactating Holstein-Friesian-Zebu dairy cows. [Portuguese] *Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandes-Zebu em lactacao*. Revista Brasileira de Zootecnia. 34(6). 2000-2008.
- Barthes C. 2003. L'Etat et le monde rural à Mayotte. CIRAD et Karthala. Editions Quae, 238 p.
- Berbigier P., 1988. Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale. INRA Editions, Versailles, France, 237p.
- Bohmanova J., Misztal I., Cole JB. 2007. Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production. J. Dairy Sci. 90. 1947–1956
- Bouraoui R., Lahmar M., Majdoub A., Djemali M., Belyea R. 2002. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a mediterranean climate. Animal Research. 51. 479-491.
- Camus E. 1998. Rapport de mission à Mayotte: mission d'appui en santé animale auprès de la Direction des Services Vétérinaires, du 17 au 31 octobre 1998. Montpellier. CIRAD.
- Camus E, Fourrier JC, Vely M. 1998. Présence de la cowdriose (heartwater) à Mayotte (Océan Indien). Rev. Elev. Méd. Vét. pays Trop., 51:282-282.
- Camus E. 1999. Rapport de mission à Mayotte: mission d'appui en santé animale auprès de la Direction des Services Vétérinaires, du 16 au 24 novembre 1999. Montpellier. CIRAD.
- Camus E. 2001. Rapport de mission à Mayotte du 6 au 20 septembre 2001. Montpellier. CIRAD. Rapport N° 0153.
- Camus E. 2002. Mission à Mayotte du 16 au 20 décembre 2002. Montpellier. CIRAD.
- Camus E. 2003. Mission Mayotte du 13 au 20 juin 2003. Montpellier. CIRAD. Rapport N°03-025.
- Cavestany D., Blanc J.E., Kulcsar M., Uriarte G., Chilibroste P., Meikle A., Febel H., Ferraris A., Krall E., 1985. Studies of the transition cow under a pasture-based milk production system: metabolic profiles. J. Vet. Med. Series, 52, 1-7.
- Cirad, 2002 : Quels place et rôles pour l'agriculture à Mayotte ? Bilan-Diagnostic du développement local. Février 2002. 235 p. et annexes.
- Corniaux C, Berre D, Tillard E. 2009. Analyse des filières bovines à Mayotte, Rapport CIRAD, 35 p.
- Coulon J.B., 1984. Comportement alimentaire de bovins croisés Charolais en milieu tropical humide. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 37, 185-190.
- Direction de l'Agriculture et de la Forêt, CIRAD Département élevage Nouvelle Calédonie. 1994. Caractéristiques et valeurs nutritionnelles des fourrages de Nouvelle-Calédonie. Nouméa: Editeur scientifique Michel Salas.

- FAO. 2010. Système d'Information des Ressources en Alimentation Animale. [http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/afris/fr/Index\\_fr.htm](http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/afris/fr/Index_fr.htm).
- Fabre P., Bonnet P., Despréaux D., Freud, C., André Lassoudière, Anne-Lucie Raoult-Wack 1997. Le concept de filière : un outil pour la recherche. Cirad. Notes et Documents. 28 p.
- Faye, B. 2001. Mission d'appui à la cellule élevage du service développement agricole et au service vétérinaire. CIRAD/EMVT & DAF, n°2001-10, 20 p.
- Gaborit M, 2009 : Typologie des élevages bovins de Mayotte. Rapport de stage, SupAgro Montpellier, CIRAD, novembre 2009. 77 p. et annexes.
- Grimaud P., Lecomte P. 2002. Mission d'appui à l'Association Des Eleveurs Mahorais (ADEM) ; Alimentation des bovins laitiers. Mamoudzou. Cirad / DAF / Conseil Général. 20 p.
- Hassoun P., Latchimy JY. 2001. Caractéristiques et valorisation des rations dans les troupeaux bovins laitiers à la Réunion. CIRAD-EMVT St Denis (Réunion).
- Husson O. Manuel pratique du semis direct à Madagascar Volume III. 2008.IDELE. 2001. La méthode Fleischmann de calcul des productions de lait, de matière grasse et de matière protéique et des taux butyreux et protéique des lactations. In. Le Règlement Technique du Contrôle Laitier zootechnique des espèces bovine et caprine. Institut de l'Elevage - Annexe 6. <http://www.inst-elevage.asso.fr/?article6582>=
- Johnson HD. 1984. Heat stress effects on fertility and plasma progesterone. In: Reproduction des ruminants en zone tropicale. Les Colloques de l'INRA. Chemineau P, Gauthier D, Thimonier J (Eds.). INRA, Pointes à Pitres (Guadeloupe), 419-431.
- Jollivet M., 1965. D'une méthode typologique pour l'étude des sociétés rurales. Revue française de sociologie, 6, 33-54.
- Klein HD. 2001. Evaluation et amélioration des ressources fourragères à Mayotte. CIRAD-EMVT. Montpellier, 24 p.
- Lacroix M, Maruejols T. 2006. Audit de structuration de l'élevage de Mayotte en vue de proposer une organisation économique professionnelle. AGENA. 39 p.
- Lancelot R., Lesnoff M., Messad S., Poivey JP. 2003. Calcul de poids à âges types. Cirad. URL : <ftp.cirad.fr/pub/ftp-emvt/ModEmvt/>
- Landais E, 1986. Typologies d'exploitations agricoles. Nouvelles questions, nouvelles méthodes (Revue). Economie rurale, n° 236, Nov-dec. 1996, 3-15 p.
- Lecomte P. 2003. Mission d'appui à l'association des éleveurs mahorais. Alimentation des bovins laitiers. Rapport de la mission effectuée du 24-27/09/2003. CIRAD-EMVT, 21 p.
- Lesnoff M., Diedhiou M., Laval G., Bonnet P., Workalemahu A., Kifle D. 2002. Demographic Parameters of a Domestic Cattle Herd in a Contagious-Bovine-Pleuropneumonia Infected Area of Ethiopian Highlands. Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop. 55.2, 139-47.
- Lesnoff M., Lancelot R., Moulin CH., Messad S., Juanès X., Sahut C. 2011. Calculation of demographic parameters in tropical livestock herds. A discrete time approach with LASER animal-based monitoring data. Editions QUAE. 99p.
- Liang, K.Y. & Zeger, S.L. (1986) Longitudinal data analysis using generalized linear models. Biometrika, 73, 13-22.
- Mandonnet N., Tillard E., Faye B., Collin A., Gourdines JL., Naves M., Bastianelli D., Tixier-Boichard M., Renaudeau D. 2011. Chapitre 4. Adaptation des animaux d'élevage aux multiples contraintes des régions chaudes. Productions Animales, 24, 1, 41-64 (Chapitre coordonnée par Mandonnet N. et Tillard E.).
- Mandret, 1996. Carences minérales des prairies sur andosol à la réunion. Fourrages, 146, 141-148.

- Moulin C. 2000. Rapport scientifique de mission. Méthode d'analyse des systèmes d'alimentation. Institut de l'élevage. Montpellier, 40 p
- Ninot G, 2001, Typologie des systèmes de production bovins de Mayotte, archipel des Comores, DESS Productions Animales en Régions Chaudes, Montpellier, CIRAD, 50 p.
- National Research Council. 1971. A guide to environmental research on animals. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Ninot G. 2001. Typologie des systèmes de production bovins de Mayotte, archipel des Comores. Rapport de DESS PARC. Univ. Montpellier II. 50p.
- Perrot C, Landaïs E. 1993. Exploitations agricoles : pourquoi poursuivre la recherche sur les méthodes typologiques ? Cahiers de recherche et développement, 33 : 13-23 p.
- Poivey JP, 2007 : Définition d'un schéma d'amélioration génétique des bovins. Rapport de mission à Mayotte, Cirad, Montpellier, août 2007.
- Prinsen J. 1986. Potential of albizia lebbbeck as a tropical fodder tree- a review of litterature. Tropical Grasslands, n° 29 (1986): 78-83.
- R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Rambelozafiny B. 1994. Le bananier dans l'alimentation des vaches laitières. Mémoire de fin d'étude de l'Université d'Antananarivo, 105 p.
- Ringeard G. 2010 : Caractérisation de la diversité des situations économiques. Rapport de stage, AgroSup Dijon, CIRAD, novembre 2010. 110 p. et annexes.
- Sauvart D., Heuze V. 2010. Fiche technique Albizia Lebbeck.» Tables Régions Chaudes, Projet INRA-CIRAD-AFZ. <http://trc.zootechnie.fr/node/334>.
- Vitali A., Segnalini M., Bertocchi L., Bernabucci U., Nardone A., Lacetera N. 2009. Seasonal pattern of mortality and relationships between mortality and temperature-humidity index in dairy cows. J Dairy Sci. 92(8). 3781-90.
- Tillard E. 2006. Situation et risques sanitaires de l'élevage à Mayotte. Préparation d'un séminaire régional d'échanges d'informations épidémiologiques. Rapport de mission du 16-31/10/2006. Cirad, Mayotte. 30 p.
- Vandamme A. 2002. Les espèces spontanées mahoraises à travers un diagnostic sur leurs perceptions et utilisations paysannes. Conséquences sur le développement des systèmes agroécologiques. Mémoire de fin d'études ISTOM Cergy-Pontoise. 91p.
- Vernay M., Ntab B., Malon A., Gandin P., Sissoko D., Castetbon K. 2006. Alimentation, état nutritionnel et état de santé dans l'île de Mayotte: l'étude NutriMay. Institut de veille sanitaire, Université de Paris 13. Saint-Maurice, 56 p.
- West JW. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 86, 2131 – 2144.